load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Mineralogische Beobachtungen V.

Von Dr. **Albrecht Schrauf.**

(Mit 2 Tafeln und 2 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. April 1873.)

Die vorliegende Abhandlung ist in ihrer grösseren Hälfte den Beobachtungen an Kupfererzen gewidmet. Die Gruppe des Brochantits mit seinen Varietäten ist, so weit es das zugängliche Material erlaubt, monographisch bearbeitet worden. Einige Bestimmungen am Malachit, welcher dem Brochantit morphologisch nahe steht, werden sich daran schliessen

---

XXXII. Allgemeine Charakteristik der Mineralien aus der Gruppe des Brochantits.

§. 1. Einleitung.

Die Verbindungen des Kupfers mit Phosphorsäure, Arsensäure, Kieselsäure oder mit Schwefelsäure bilden grössere Gruppen ähnlicher Substanzen. In diesen Gruppen unterscheiden sich die einzelnen Glieder meist nur durch einen geringen Wechsel der Bestandtheile. Die Gruppen der Kupferoxydsalze mit Arsen- oder Phosphorsäure sind bereits in einzelne Mineralspecies zerlegt. Gute Krystalle dieser Verbindungen sind nämlich nicht selten und erleichtern die Bestimmung, obgleich die Formähnlichkeit der einzelnen Glieder unleugbar ist.

Bei den Kupfersilicaten von Chili constatirt Field (Phil. Mag. 1861) ebenfalls einen Wechsel des Kupfergehaltes. Nur bei Pseudomalachit[1] und Brochantit harrte noch eine grössere Anzahl Varietäten auf eine genauere Bestimmung.

---

[1] Die Bestimmung der Krystallform des Pseudomalachit werde ich in einer späteren Reihe veröffentlichen.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Eine Prüfung zahlreicher Handstücke ermöglicht es mir, Einiges zur Kenntniss der morphologischen Verhältnisse der basischen schwefelsauren Kupferoxydsalze beizutragen. Alle Fragen zu lösen, welche hiebei auf morphologischem und chemischem Gebiete auftauchen, gelang nicht. Es bleibt künftiger Forschung vorbehalten, die Charakteristiken der nachfolgenden Typen des Brochantit, wenn möglich, genauer festzustellen.

Ich bin nur in der Lage, die allgemeinen morphologischen Eigenschaften, die allen isomorphen Verbindungen dieser Gruppe zukommen, hervorheben zu können, und die einzelnen Glieder dieser Familie nach ihrer Ausbildung und chemischen Zusammensetzung als einzelne Typen zu beschreiben. Daher sind in dieser Nummer nur die allgemeinen Constanten der Gruppe und die zur Bestimmung der Indices nöthigen Winkel gegeben, und es enthalten erst die nachfolgenden Nummern theils die morphologische Detailforschung, theils die Discussion über die Beziehungen zwischen Form, Paragenesis und chemischer Formel. Um letzteres zu ermöglichen, wurden auch die (sogenannten) künstlichen Substanzen dieser Gruppe nicht ausser Acht gelassen.

§. 2. Chronologisch geordnete Übersicht der Abhandlungen, welche Substanzen der Brochantitgruppe betreffen:

1824. Levy. Ann. of Phil. II. Ser. Vol. VIII, p. 241. Br. von Gumeschefsk.
1824. Levy. Ann. of Phil. II. Ser. Vol. XI, p. 149 und Pogg. Ann. VI. 497. Königin von Gumeschefsk.
1828. Magnus. Pogg. Ann. XIV. 141. Br. von Rezbanya.
1832. Berthier. Ann. chim. phys. L. 360. Br. von Mexiko. In Pogg. Ann. Vol. 26, p. 561 unrichtig copirt.
1837. Levy. Descr. coll. Heul. Vol. III. 98. Atl. pl. 65, Fig. 2. Br. von Katherinenburg.
1837. G. Rose. Reise in den Ural. I. 267; hieraus copirt in Pogg. Ann. XLII. 468. Br. von Gumeschefsk.
1841. Huot. Mineralogie. Paris. I. 331. Br. von Mexiko = Brongniartin.
1842. Forchhammer. Skand. Nat. Stockholm 1842. Arsb. 1843. 192; hieraus copirt im J. f. pr. Chemie. 1843. Vol. 30, p. 396. Krisuvigit = Br. von Island.
1852. Br. a. Miller Mineralogy. London, p. 554, Fig. 549. Königin = Brochantit.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

1852. Becquerel. Compt. rend. Vol. 34, p. 573. Künstl. Broch.
1853. Rivot. A. des min. V. Ser. Vol. III. p. 740. Analys. ohne Fundort. Br. gemischt mit Malachit.
1853. Breithaupt. Berg- u. Hütt. Zeit. Leipzig 1853. Vol. XII, p. 16. Königin = Brochantit.
1856. Dufrenoy. Mineral. II. Ed. Vol. III, p. 401. pl. 134, Fig. 507. Br. von Rezbanya.
1858. Kokscharow. Mater. Min. Russl. III. p. 260. Br. von Gumeschefsk und Nischne-Tagilsk.
1858. Zepharovich. Mineral. Lexikon. Wien, p. 75. Br. von Banat.
1858. Sandberger. Pogg. Ann. Vol. 105, p. 614. Br. von Nassau und Cumberland.
1860. Peters. Sitzungsber. Akad. Wien, Vol. 44, p. 163. Br. von Rezbanya.
1860. Roucher. Zeitschr. f. Chem. u. Pharm. 1860. p. 462. Lieb. u. Kopp. Jahresbericht 1860. p. 193. Künstliche Darstellung.
1860. Rammelsberg. Handb. d. Mineral-Chemie. 1860, p. 268. Formel d. Br.
1861. Peters. Leonh. Jahrb. f. Min. 1861, p. 660. Br. von Salzburg, und Malachit von Moldowa.
1862. Field. Phil. Mag. IV. Ser. Vol. 24, p. 123. Br. von Chili und künstl. Br.
1864. Domeyko. Ann. des Min. VI. Ser. Vol. 5, p. 460. Br. von Chili.
1864. Wibel. Das gediegene Kupfer und das Rothkupfererz. Hamburg. p. 45. Künstl. Br.
1864. Hessenberg. Min. Notiz. VI. 17. Taf. II. Fig. 13–14. Malachit von Rezbanya.
1864. Maskelyne. Chem. news. 1864. X. p. 263. Br. von Cornwall.
1864. Pisani. Compt. rend. Vol. 59, p. 912. Br. von Cornwall.
1865. Maskelyne. Phil. Mag. Vol. 29, p. 475. Warringtonit = Br. von Cornwall.
1865. Warrington. J. chem. Soc. Lond. II. Ser. Vol. 3. p. 85.
1865. Tschermak. Sitzungsb. Ak. Wien. Vol. 51, p. 131. Br. von Neuseeland und Atacama.
1865. Kobell. Sitzungsb. Akad. München. Vol. II, p. 70. Br. von Chili.
1868. Genth. Sill. A. J. II. Ser. Vol. 45, p. 321. Br. von Arizona.
1869. Marka. J. geol. Reichsanst. Wien. Vol. 19, p. 317. Br. von Orawitza und Moldawa (Banat).
1871. Cotta. Reise nach Altai, p. 238. Br. von Siränowsk.
1873. Ludwig. Tscherm. Miner. Mitth. 1873, p. 38. Anal. Br. von Rezbanya.

§. 3. Vorkommende Flächen.

Der genauen morphologischen Beobachtung sind bisher die Brochantit-Krystalle sibirischen Vorkommens zu Grunde gelegt

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

worden. Dies mag die Einförmigkeit der in der Literatur beschriebenen Formen theilweise erklären. Levy, Rose, Koksscharow notiren nur Flächen aus den Zonen des Prisma oder Doma. Erst Dufrenoy, welcher einen Krystall des Fundortes Rezbanya (seine Fig. 507) abbildet, kennt eine Pyramide, obgleich dessen Lage nicht definirt wird. Miller sucht Levy's Königin auf die Form des Brochantits zurückzuführen, und nimmt deshalb die neue Fläche x auf.

Die Beobachtungen Maskelyne's am Warringtonit lassen wohl die Existenz von Pyramidenflächen vermuthen, allein die Bestimmung ihrer Lage fehlt.

In Folge dessen sind bisher nur die nachfolgenden wenigen Flächen bekannt gewesen.

Levy	Rose	Dufrenoy	Miller	Koksscharow	Schrauf
p	b	g'	a	T	b
$e^1/_4$	$g/2$	g^2	r	l	r
—	g	M	m	m	m
a'	f	e'	e	x	e
—	—	—	v	—	v
m	—	—	x	—	x
—	—	b'	—	—	?

Die in der letzten Columne beigefügten Buchstaben werden von mir zur Flächenbezeichnung verwendet. Es sind so viel wie möglich die Buchstaben Miller's beibehalten worden. Von ihnen ist Koksscharow, ohne aber auf Rose zurückzugreifen, abgewichen.

An dem mir vorliegenden Materiale, welches Krystalle von Rezbanya, Cornwall und Russland umfasst, liess sich eine bedeutend grössere Anzahl von Flächen nachweisen. Sie vertheilen sich auf die verschiedenen Fundorte und Typen ungleichmässig. Die mir bekannten Flächen sind (vergl. Fig. II):

a	100	h'	$\infty P\infty$	Mask.	Cornw. Rezb.	II
b	010	g'	$\infty P\infty$	Lev.		I—IV
m	110	m	∞P	Lev.		I—III
m'	$1\bar{1}0$					

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

r	120	g^3	$\infty P2$	Ros.		I—III
r'	$1\bar{2}0$					
n	340	g^7	$\infty P\frac{4}{3}$	Schr.	Rezb.	I
n'	$3\bar{4}0$					
μ	730	$h^{\frac{5}{2}}$	$\infty P\frac{7}{3}$	Schr.	Rezb.	IV
λ	610	$h^{\frac{7}{5}}$	$\infty P6$	Schr.	Rezb.	IV
e	012	e^2	$\frac{1}{2}P\infty$	Lev.		I—IV
e'	$0\bar{1}2$					
i	011	e'	$P\infty$	Schr.	Tagilsk	III
v	101	o'	$P\infty$	Lev.	Kather.	I?
x	201	$o^{\frac{1}{2}}$	$2P\infty$	Lev.?	Kath., Rezb.	IV
ξ	$\bar{2}01$	$a^{\frac{1}{2}}$	$-2P\infty$ [1]			
ς	112	d'	$\frac{1}{2}P$	Schr.	Cornw.	I *b*
ω	$\bar{1}12$	b'	$-\frac{1}{2}P$			
s	136	$d^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{3}}g^{\frac{1}{6}}$	$\frac{1}{2}P3$	Schr.	Cornw.	I *b*
σ	$\bar{1}36$	$b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{3}}g^{\frac{1}{5}}$	$-\frac{1}{2}P3$			

[1] Meine in den Sitzungsberichten dieser hohen Akademie (Reihe I—IV) angewendeten Symbole $\pm P$ nach soi-disant Naumann'scher Manier hat Herr Oberbergrath Zepharovich in mehreren Schriften einer Besprechung gewürdigt. Seinen Notizen gegenüber muss ich wohl erklären, dass mir die Hypothese, welche Naumann seiner Schreibweise zu Grunde legt, kein Geheimniss geblieben ist. Nur die Geringfügigkeit des Gegenstandes und dessen Selbstverständlichkeit für den theoretisch gebildeten Krystallographen veranlassten mich, Erörterungen in meinem „Lehrbuch" als überflüssig zu betrachten. Naumann hat nämlich $\pm$ nicht im mathematischen Sinne, sondern nur als beliebige Vorzeichen für grössere oder kleinere Winkel verwendet. Hierfür hätten andere Symbole den gleichen Dienst geleistet, wie auch ganz richtig Kenngott andere Zeichen vorgeschlagen und in seinen Schriften verwendet hat. Bei meiner Signatur ist hingegen $\pm$ im mathematischen Sinne gebraucht. Die Pyramide $+P$ entfällt deshalb auf den positiven Quadranten $+X+Y+Z$, genau wie die analoge Fläche des positiven Tetraëders $+\frac{O}{2}$.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

p	212	$d'd^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$	$P2$	Schr.	Rezb.	I [1]
p'	212					
π	$\bar{2}\bar{1}2$	$b'b^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$	$-P2$			
π'	$\bar{2}12$					
t	532	$d^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{7}}h^{\frac{1}{2}}$	$\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$	Schr.	Cornw.	I *b*
τ	$\bar{5}32$	$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{7}}h^{\frac{1}{2}}$	$-\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$			
f	616	$d^{\frac{1}{5}}d^{\frac{1}{7}}h^{\frac{1}{6}}$	$P6$	Schr.	Rezb.	I
φ	$\bar{6}16$	$b^{\frac{1}{5}}b^{\frac{1}{7}}h^{\frac{1}{6}}$	$-P6$			
g	313	$d^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{4}}h^{\frac{1}{3}}$	$P3$	Schr.	Rezb.	II
γ	$\bar{3}13$	$b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{4}}h^{\frac{1}{3}}$	$-P3$			
k	12.1.4	$d^{\frac{1}{11}}d^{\frac{1}{13}}h^{\frac{1}{4}}$	$3P12$	Schr.	Rezb.	IV
$\varkappa$	$\bar{1}\bar{2}.1.4$	$b^{\frac{1}{11}}b^{\frac{1}{13}}h^{\frac{1}{4}}$	$-3P12$			

In dieser Tabelle sind die zusammengehörigen Pyramiden mit analogen Buchstaben bezeichnet, die Flächen der vorderen oberen Quadranten tragen römische, die der oberen Quadranten der Rückseite hingegen griechische Buchstaben. Die linken vorderen Hälften einiger Gestalten wurden überdies zum Unterschiede von den rechten Hälften derselben Gestalten *m*, *r*, *e*, *p*, π mit einem Stellenzeichen, z. B. p' versehen. Die drei letzten Columnen der obigen Tabelle bezeichnen: ersten Autor, Fundort und Typus.

§. 4. Winkel. Vergleich der Brochantit-Krystalle mit Formen anderer Mineralien.

Die Messungen an den Brochantiten von Gumeschefsk ergaben für die Fundamentalwinkel nach

G. Rose	Koksch arow
$bg = 52°\ 5'$	$TM = 52°16\frac{1}{2}'$
$bf = 75\ 56$	$Tx = 76\ 19\frac{1}{4}$

Koksch arow berechnet aus seinen Winkeln ein prismatisches Axenverhältniss

[1] Nur für die Krystalle des I. Typus ist eine scharfe Unterscheidung der Quadranten möglich gewesen. Deshalb auch die grössere Anzahl der Buchstaben nöthig.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

$$a : b : c = 1 : 4 \cdot 10606 : 3 \cdot 17756.$$

Schreibt man dieses Axenverhältniss mit Rücksicht auf die Indices, welche in vorhergehender Flächentabelle adoptirt sind, so erhält man:

$$a : b : c = 0 \cdot 78035 : 1 : 0 \cdot 48385$$

und die nachfolgende (prismatisch gerechnete) Winkeltabelle.

	m	*r*	*e*	*r*	*p*
a	37°56′	57°21′	—	58°12′	58°55½′
b	52 2	32 39	76°24′	—	78 23
c	—	—	13 36	31 48	33 38½
m	75 56	19 23	81 41½	—	57 56⅓ 106 26⅓
r	—	65 16	—	—	63 23 96 15
e	—	78 32¼	27 12	—	31 4½

Diese Winkel erlauben eine Vergleichung der Brochantitformen mit den Dimensionen anderer Mineralien.

Demselben Grundprisma begegnen wir bei der isomorphen Gruppe RSO_4. Für die Fläche *M* (Schrauf) = *o* Autoren ist

aM = 52°16′	am Anglesit,
52 4	„ Cölestin,
52 42	„ Baryt.

Es wäre hiernach für die Prismen eine Übereinstimmung [1] der Winkeln des Brochantit mit jenen der Gruppe RSO_4 vorhanden; hingegen die übrigen Zonen sind nur mit Aufopferung der einfachen Zahlenverhältnisse vergleichbar zu machen.

Eine ähnliche partielle Übereinstimmung ergibt sich zwischen Brochantit und Atacamit. Auch hier könnten einzelne chemische Bestandtheile als gleichartig angesehen werden. Sei es, dass man älteren Angaben folgend schreibt:

[1] Scheinbar eine Folge der in beiden Sippen vorhandenen SO_4.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Brochantit $CuOSO_3 + 3CuOH_2O$
Atacamit $CuCl_2 + 3CuOH_2O$,

oder dass man [1] bezeichnet

Brochantit mit $\begin{cases} Cu(HO)_2—Cu(HO)_2 \\ Cu(HO)_2—Cu(SO_4) \end{cases}$

und Atacamit „ $\begin{cases} Cu(HO)_2—Cu(HO)_2 \\ Cu(HO)_2—CuCl_2 \end{cases}$

Nach Miller ist am Atacamit der Prismenwinkel

$$ae = 52°50'$$

ein Werth, welcher mit dem für *bm* vom Brochantit nahe übereinstimmt. In den anderen Zonen ist hingegen geringe Übereinstimmung zu erkennen. Also gerade jener Winkel, dessen Vorhandensein früher als eine Folge von SO_4 angesehen ward, müsste hier eine Folge von dem Complex CuH_2O_2 sein! Es lässt sich nicht läugnen, dass durch ein solches Beispiel die Lehre von einem directen Zusammenhang zwischen Form und gleichartigem Theile des chemischen Symbols (welchen manche Autoren als allgemein geltend voraussetzen), wenig Ermunterung findet.

Eine bessere Übereinstimmung, ja fast Homöomorphie, herrscht hingegen zwischen den Formen des Brochantit und Malachit. Nach Lang, Phil. Mag. 28, p. 55 ist das Axenverhältniss des monoclinen Malachits

$$\eta = 91°\ 3' \quad a : b : c = 0{\cdot}7823 : 1 : 0{\cdot}4036$$
$$010 : 110 = 52°\ 2'$$
$$100 : 101 = 61\ 53$$

welche Zahlen mit den Werthen für *bm* und *av* vom Brochantit nahe übereinstimmen. Die chemischen Formeln beider Mineralien zeigen nur dann eine geringe Analogie, wenn man [2]

Malachit $CuH_2O_2 + CuCO_3$
Brochantit $3CuH_2O_2 + CuSO_4$

---

[1] Vergl. Ludwig (l. c.).

[2] Hier ist der gleichartige Theil, welcher die Formähnlichkeit hervorrufen könnte, im anderen multiplen Verhältnisse, als (vergl. oben) bei Atacamit, vorhanden.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

schreibt. Trotzdem kann man mit Recht sagen, dass eine geometrische Formähnlichkeit zwischen Brochantit und Malachit existirt.

Die Ähnlichkeit muss ich hier hervorheben, obgleich (nach einem Ausspruche Hessenberg's, M. Not. IX/33, zu urtheilen) auf die Formähnlichkeit zwei differenter Species nicht alle Leser gleiches Gewicht legen. Der Grund für mich ist: die Vernachlässigung der Ähnlichkeit zwischen Brochantit und Malachit könnte nämlich Ursache werden, z. B. einen Brochantit von Rezbanya als Malachit zu beschreiben. In der nachfolgenden VI. Reihe dürfte die Untersuchung des Malachit Gelegenheit geben, einen hieher gehörigen Fall näher zu erörtern (vergl. Hessenberg, Min. Notiz, VI, Fig. 15).

§. 5. Winkeltabelle für Brochantit, bezogen auf ein monoclines Parametersystem.

Wie Malachit ursprünglich als prismatisch, später als monoclin mit einem Axenwinkel η nahe an 90° beschrieben ward, so nun der Brochantit. Die genaueren Messungen am Brochantit lassen sich nicht auf das prismatische Parametersystem Kokscharow's beziehen. Die Messungen der Pyramiden am Brochantit von Rezbanya gaben Werthe, welche auf trieline Symmetrie hinweisen. Die Krystalle der übrigen Fundorte und die übrigen Typen erlauben nur Messungen mit geringerer Genauigkeit. Letztere lassen sich auch durch ein monoclines Parametersystem und einen Axenwinkel nahe gleich 90° erklären. Ich füge hier eine Winkeltabelle ein, gerechnet [1] mit Zugrundelegung des monoclinen Parametersystems

$$\eta = 90°32\tfrac{1}{2}' \quad a : b : c = 0{\cdot}779778 : 1 : 0{\cdot}48333.$$

---

[1] Die nachfolgende (monocline) Flächentabelle ward gerechnet mit Benützung der Messungen an Rezbanya-Brochantit I. Typus und mit Zuhilfenahme der Hypothese, dass das Prisma 110 monoclinen Charakter hat, das heisst, dass $\frac{mm'}{2} = am$ ist. Letzteres ist aber (vergl. p. 18) nicht vollkommen genau, daher bei Typus I dieselben Werthe ein trielines Parametersystem begründen.

Zur mit Methode der Differenzen durchgeführten (monoclinen) Rechnung wurden also $\frac{mm'}{2} = am$; $m\pi$, $r\pi$, $e\pi$ benützt (vergl. p. 21, 22 u. 28).

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Diese Winkeltabelle genügt, um die Lage und Indices aller bekannten Flächen der Brochantitgruppe zu fixiren. Da die Winkel bei den einzelnen Typen vielleicht etwas variiren, so ist zur Erkennung der Flächen eine solche allgemeine Winkeltabelle nothwendig. Die genaueren Werthe für die einzelnen

---

Der Einfachheit wegen ward die Rechnung mit dem Index 211 und mit $\frac{c}{2}$ durchgeführt. Das zu Grunde gelegte (prismat.) Axenverhältniss war:

$$\eta = 90° \quad a : b : \frac{c}{2} = 0{\cdot}780350 : 1 : 0{\cdot}241926 ;$$

daraus folgen die Differenzengleichungen für

	(prism.) gerechnet	— beobachtet	da	$d\frac{c}{2}$	$d\eta$
211 011	31° 4'33"	—31°15'	—1947·57	+5934·69	—0·258957
211 120	63 22 55	—63 38	+1513·58	—4935·16	—0·287009
211 110	57 56 18	—58 11	+1780·45	—6168·17	—0·505262
211 $1\bar{1}0$	73 33 30	—73 48	+2583·89	+13867·42	—0·557471
211 $1\bar{2}0$	83 44 53	—83 51	+2199·11	+5147·84	—0·404714
110 100	37 58	—38	+2136·68	0	0

Hieraus berechnen sich nach bekannten Methoden (vergl. mein Lehrb. phys. Min. I) die nachfolgenden drei Gleichungen:

$$+26'532 - 8016{\cdot}13\,da - 5441{\cdot}41\,d\frac{c}{2} + d\eta = 0$$

$$+18'995 - 2522{\cdot}09\,da - 46411{\cdot}07\,d\frac{c}{2} + d\eta = 0$$

$$+28'457 - 3593{\cdot}92\,da - 7753{\cdot}92\,d\frac{c}{2} + d\eta = 0$$

Diese Gleichungen geben

$$da = -0{\cdot}0057167 \qquad a_1 = 0{\cdot}779778$$

$$d\frac{c}{2} = -0{\cdot}00026062 \qquad \frac{c_1}{2} = 0{\cdot}24166 \qquad c_2 = 0{\cdot}48333$$

$$d\eta = -32'32'' \qquad \eta_1 = 89°27'28'' \qquad C_1 = 90°32'32'' \qquad C_1 = 2\pi - \eta_1$$

Der Werth von $C_1 > 90°$ besagt: dass die beobachtete Pyramide in einem negativen Quadranten liegt, und deshalb statt 211 wie oben das Symbol $\bar{2}12$ erhalten muss. Letzteres angenommen gibt $\eta_2 = 90° 32\frac{1}{2}'$ ferner c_2 und die nachfolgende Winkeltabelle.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Typen sind bei der Discussion der letzteren angeführt (vergl. namentlich Winkeltabelle [triclin] des I. Typus). Die Grenzen der Winkelwerthe, innerhalb welcher die Messungen für ± Flächen eines Index variiren können, gibt wegen $\eta > 90$ die hier folgende (monocline) Winkeltabelle an.

	a 100 [1]	*b* 010	*c* 001	*e* 012
a 100		90°	89° 27′5	89° 28′5
m 110	37° 56′8	52 3′2	89 34·5	81 16·6
n 340	46 6·9	43 53·1	89 38	—
r 120	57 20	32 40	89 42·5	78 18·4
μ 730	18 28·8	71 31·2	89 29·1	85 13·9
λ 610	7 24·3	82 35·6	89 27·6	87 44·7
$\bar{e}$ 012 Zwill.	90 31·5	76 25	13 35	1 3
i 011	89 36·7	64 12·5	25 47·5	12 12·5
v 101	57 49	90	31 38·5	—
x 201	38 40·5	90	50 47	52 4·7
ξ $\bar{2}01$	39 6·3	90	51 26·2	52 42·2
o 112	72 45·5	76 58	21 23·5	16 43
ω $\bar{1}12$	—73 43	76 56	21 31	16 48·5
p 212	58 32·5	78 26·5	33 29	30 55
π $\bar{2}12$	—59 19	78 20·6	33 47·5	31 13
$\bar{p}$ 212	Zwilling	—	—	31 58
$\bar{\pi}$ $\bar{2}12$				30 10
s 136	83 45	76 30	14 42	5 43·5
σ $\bar{1}36$	—84 47	76 29	14 43·5	5 44·5
f 616	57 54	86 6	31 52	32 41·5
φ $\bar{6}16$	—58 41	86 4	32 9·5	32 57·7
t 532	38 23	68 37·5	59 19·5	54 26·8
τ $\bar{5}32$	—38 43·5	68 27·5	60 3·5	55 9·2
k 12.1.4	28 19·3	86 44·2	61 21·7	61 21·8
$\varkappa$ $\bar{1}2.1.4$	—28 33·8	86 42·7	62 12	62 10·3
g 313	58 8·8	82 14·2	32 29·1	31 36·3
η $\bar{3}13$	—58 55·5	82 10·2	32 47·3	31 52·8

[1] Der Kürze wegen setze ich statt $180° - x°$ direct $-x°$.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

	m 110	m' $1\bar{1}0$	r 120	r' $1\bar{2}0$
m $\bar{1}10$	$:2\bar{m}_o=0°51'$	75° 53·5	19' 23·3	—
r 120	—	95 16·6	—	114° 40'
e 012	81° 16·6	—82 6·9	78 18·4	—78 53·2
i 011	74 4·7	—74 52·8	68 13·7	—68 47·7
x 201	52 0·1	—	65 4·7	—
ξ $\bar{2}01$	—52 16·2	—	—65 14·3	—
x 201	$:\mu=42°13'7$	$:k=11°\ 0'7$		$:g=20°36'3$
ξ $\bar{2}01$	$:\mu'=42\ 36·6$	$:\varkappa=11\ 12·1$		$:\eta=20\ 57·1$
o 112	68 11	85 6·7	69 35·4	91 42·7
ω $\bar{1}12$	—85 16·6	—68 54 5	—91 34·7	—70 2·6
p 212	57 39·5	73 14·5	63 13·3	83 31
π $\bar{2}12$	—73 50	—58 13·5	—83 57	—63 36·7
s 136	76 44·5	86 42	75 12·9	97 54·6
σ $\bar{1}36$	—85 51·5	—77 34	—98 30	—75 46·5
f 616	62 33·3	67 49·3	69 52·6	76 42·9
φ $\bar{6}16$	—68 25·7	—63 6·7	—77 8·1	—70 13
t 532	32 37·3	66 48	43 7·1	83 19·7
τ $\bar{5}32$	—67 5	—32 45·3	—83 34·4	—43 5·6
k 12.1.4	43 11·2	48 45·3	58 28·2	$:\mu=31°28'$
$\varkappa$ 12.1.4	—48 54·7	—43 17·1	—64 48·5	$:\mu'=31°29\frac{1}{2}'$
g 313	60 2·9	70 32·7	66 33·5	80 22·5
η $\bar{3}13$	—71 8·3	—60 36·5	—80 34	—66 50·6

Diese Winkel gestatten aus eventuellen Messungen die Indices abzuleiten. In der späteren Nummer wird der Grad der Präcision bestimmt werden, welche dieser Winkeltabelle überhaupt zukommt. Für den I. Typus liegen Messungen vor, die genauer sind, als die Präcision dieser Tabelle, und letztere wird deshalb für den genannten Typus unanwendbar. Für die Typen II—IV hingegen liegen nur Messungen geringerer Präcision vor, und diese können mit obiger Tabelle verglichen werden.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

§. 6. Typen.

Die nachfolgende Detailforschung hat ergeben, dass in der Gruppe des Brochantit bisher zahlreiche Varietäten vereint sind, welche weder chemisch noch morphologisch idente Charakteristiken haben. Die Zahlen der chemischen Analysen variiren zwischen $6CuO\ 2SO_3\ 6H_2O$ und $8CuO\ 2SO_3\ 9HO$. Die morphologischen Verhältnisse lassen sich wohl noch auf einerlei Grundgestalt beziehen, allein trotz dieser in den Winkeln sich aussprechenden Homöomorphie sind doch vier Typen der Gestalt unterscheidbar. Eine definitive Trennung auf Grund der Messungen ist um so schwieriger, da schon die Ähnlichkeit des Brochantit und Malachit lehrt, dass zwischen den Gruppen der Kupferoxydsalze Homöomorphie herrscht.

Mit Rücksichtnahme auf alle diese Verhältnisse glaube ich mit ziemlichem Rechte folgende Trennung des Materials anzunehmen.

I. Typus. Brochantit von Rezbanya. Varietät *a*: schwarzgrün (nicht analysirt); Varietät *b*: lichtgrün ($CuO = 65 \cdot 59\%$; PbO ?; $SO_3 = 17 \cdot 5\%$). — Brochantit von Cornwall und Russland.

Anhang zum Typus I. Undeutlich krystallisirte Varietäten verschiedener Fundorte ($7CuO\ 2SO_3\ 6H_2O$) und künstliche Substanzen ($6CuO\ 2SO_3\ 6H_2O$).

II. Typus. Warringtonit von Cornwall ($3CuH_2O_2 + CuSO_4 + H_2O$). — Varietät *c* von Rezbanya.

III. Typus. Brochantit von Nischne-Tagilsk (nicht analysirt).

IV. Typus. Königin von Russland. — Varietät *d* von Rezbanya ($3CuH_2O_2 + CuSO_4$).

XXXIII. Das Krystallsystem des Brochantit, Typus I. Schwarzgrüne Varietät *a* von Rezbanya.

§. 1. Paragenesis.

Rezbanya lieferte in früheren Zeiten, als man die oberen Teufen der Kupferbleierze abbaute, Brochantite. Jetzt ist die

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Mehrzahl der früher sehr ergiebigen Werke theils abgebaut, theils aufgelassen und nicht wieder auszurichten. Alle Stufen stammen deshalb aus früherer Zeit, und manche paragenetisch wichtige Frage kann deshalb nur nach den wenigen Handstücken der Museen entschieden werden. Letzteres ist um so unangenehmer, als schon die obige Aufzählung vier Varietäten dieses Fundortes unterscheiden lehrt. Kupferoxydsalze sind von zwei Orten nächst Rezbanya bekannt. Brochantit allein oder in Begleitung von Linarit stammt von der Grube Reichenstein [1], in der Bergcolonie Valle Sacca, 1 Meile nordöstlich von Rezbanya; Caledonit mit Linarit (und Brochantit?) von der Grube Josephi II^di zu Dolea am Bihar, $1^3/_4$ Meilen südöstlich von Rezbanya. Die Erzstöcke der ersteren finden sich in Grünstein, der mit Syenit den Jura und Neocomkalk durchsetzt. Die Erze zu Dolea sind in metamorphischen Glimmerschiefer eingebettet. Peters hat l. c. die allgemeinen paragenetischen Verhältnisse des Brochantit von Rezbanya entwickelt. Im Nachfolgenden werden ergänzende, aber nur wenig differirende Beobachtungen seine Untersuchungen vervollständigen. Hiezu dienten mir die in den Sammlungen von Wien und Pest vorhandenen ziemlich zahlreichen Exemplare.

Typus I, Varietät *a*. Handstücke mit Krystallen dieses dunkel schwarzgrünen Brochantit sind sehr selten. Das k. Hof-Mineraliencabinet, die Wiener Universitäts-Sammlung und das Pester National-Museum besitzt solche. Die von Peters angeführten Stücke (l. c. 165, Alinea 2 u. 3) gehören nach meiner in Pest selbst vorgenommenen Besichtigung nicht diesem Typus an.

Die Krystalle sind 2—3 Millim. gross, Zwillinge, scharfkantig, stark glänzend und von schwarzgrüner Oberflächenfarbe. Abgespaltete Blättchen sind tief smaragdgrün, durchsichtig. Die dunkle Frage macht die Frage (vergl. spätere Nummer, p. 30 u. 77) nach der chemischen Constitution zur wichtigsten; allein das Materiale ist zu spärlich vorhanden, um für eine vollstän-

[1] Vergleiche die umfassende Monographie von Rezbanya. Peters, Sitzungsb. 1860.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

dige Analyse etwas hievon opfern zu können. Sitzen doch beispielsweise auf U. S. 2951 nur wenige Krystalle. Einige kleine Fragmente (4 Milligr.) wurden von mir benützt, auf trockenem Wege mindestens den Kupfergehalt annähernd zu ermitteln. Es ergab sich

$$CuO = 66 \cdot 6\%.$$

Diese Brochantit-Krystalle sitzen auf Kupferschwärze mit Limonit und Ocher und sind vom Malachit begleitet. Ihre Bildung ist mit der des Malachit gleichzeitig: erstere beginnt später, schliesst aber früher ab. Die feinen Malachitnadeln bedecken deshalb immer partiell die Brochantite. Letztere sind in ihrem Vorkommen auf spärlich verstreute einzelne Krystalle beschränkt, ohne Drusen zu bilden. In einzelnen Fällen kommt noch eine jüngere Brochantitbildung hinzu, welche Drusen und gehäufte Krystallgruppen (jüngeren Alters als die schwarze Varietät *a*) hervorruft. Von beiden Fällen lagen mir ausgezeichnete Handstücke vor. Einzelne beabsichtige ich näher zu besprechen:

H. M. C. 23/27. Auf einer mit Malachit durchzogenen Quarzschwarte sitzt ochriges Brauneisen. Letzteres hat erbsensteinähnliche Structur und ist überdies stark mit Kupferschwärze vermengt. Auf der Rückseite sitzt in den Höhlungen bleihaltiger Wismuthocher. Die schwarzbraunen Kugeln haben deutliche Schalenbildung und hinterlassen durch ihr Herausfallen entsprechende Hohlräume. Über das Brauneisen breitet sich mit kuglig welliger Oberfläche eine 2 Millim. dicke Schichte Malachits aus, welche wie ein kurzgeschorenes Rasenbett, aus einem Gewirre ganz kurzer feiner Malachitnadeln besteht. Diese Oberfläche schimmert daher mit mattem, sammtähnlichem Glanze. An einzelnen Stellen ragen aus diesem Malachitbette 1—3 Millim. grosse, glänzende, schwarzgrüne bis schwarze Brochantitkrystalle zu $^2/_3$ ihrer Grösse heraus. Sie sind älter als der sie partiell bedeckende Malachit. Ihre gewöhnliche Form ist durch die Flächen *bmre* begrenzt; die Flächen *mr* sind gestreift, auf den Flächen *e* läuft meist eine starke Zwillingsnaht, ungefähr parallel *b*; die Krystalle scheinen in der Mehrzahl nur einen einfachen Zwilling, keine Vielinge zu bilden. Pyramidenflächen sind an

[1] Ich bemerke, dass Peters l. c. die einzelnen Varietäten von Rezbanya nicht unterschieden hat.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

einzelnen Exemplaren vorhanden. Diesem Handstücke gehören die später zu beschreibenden Krystalle 1—5 an[1].

Wien.-Univ. Nr. 2971 ist ein prachtvolles Handstück. Dessen Muttergestein ist eisenhaltige Kupferschwärze gemengt mit etwas Malachit. Der Obertheil ist drusig ausgehöhlt und mit einer Kruste von Brochantit in zahlreichen kleinen lichtgrünen Krystallen der Varietät *b* (siehe folgende Nummer) bedeckt. In Mitte derselben, durch dieselben theilweise verdeckt, sitzen einige wenige schwarzgrüne, 2 Millim. grosse glänzende Krystalle unseres Typus I, Varietät *a*. Einer der noch im Centrum des Handstückes aufsitzenden Krystalle ist namentlich durch seine auffallende Form, die einem Prisma mit quadratischer Pyramide ähnlich sieht, bemerkenswerth (vergl. Fig. 10). Von diesem Handstück konnte Krystall 10 für die nachfolgende Discussion verwerthet werden.

§. 2. Krystallsystem des Brochantit I. Typus; Varietät *a*.

Eine sorgfältige Auswahl der Krystalle unserer schwarzgrünen Varietät *a* liefert eine geringe Anzahl von Exemplaren, welche nebst den Prismenflächen auch noch Pyramidenflächen haben. In der Prismenzone zeigt jeder Krystall vielfache Streifungen und auf den Flächen *m* und *r* mehrfache, meist doppelte Reflexe. Die Distanzen dieser doppelten Reflexbilder haben eine gewisse Regelmässigkeit, welche nicht erlaubt, irreguläre Verwachsungen anzunehmen. Es können dieselben nur durch Zwillingsbildung erklärt werden. Die Bestimmung der Pyramiden basirt vor allem auf ihrer Distanz zu *m* oder *r*, welche an einzelnen Krystallen genau messbar ist. Die Winkeln der Fläche *e* sind hingegen höchst selten scharf messbar. Stellt man die besten Beobachtungen zusammen und vergleicht sie

[1] Ein ähnliches Handstück von Rezbanya sah ich im Pester National-Museum (unter Nummer 115/3 Lobkowitz. Samml.). Auf einem Gemenge von Linarit mit Bleiocher (vergl. die Paragenesis der nachfolgenden Varietät *b*) hat sich eine Calcitdruse entwickelt. Auf dieser sitzen einzelne Kugeln von kurzrasenförmigem Malachit, in welchen einige Brochantitkrystalle eingewachsen sind. Diese letzteren sind mattglänzend und schmutziggrau. Trotz ihrer Farbe kann man diese Brochantite der Varietät *a* zuzählen. Ihrer Form und dem paragenetischen Vorkommen nach stehen sie der Varietät *a* näher, als der nachfolgenden Varietät *b* (vergl. nachfolgende Nummer). Lose Krystalle hiervon konnte ich nicht untersuchen.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

entweder mit der (prismatischen) Winkeltabelle nach Kokscharow (p. 7) oder mit der (monoclinen) Winkeltabelle, welche ich zur allgemeinen Bestimmung der Flächenindices (p. 11) gegeben habe, — so bleiben noch immer Differenzen zurück, welche sich nur durch die Annahme des triclinen Systems erklären lassen. Nur bei letzterer Annahme genügt die Rechnung der Präcision der Messungen.

Die Ableitung des triclinen Parametersystems — bei der durch das Material gebotenen Beschränkung auf wenige Krystalle — erforderte eine Verwerthung fast jeder Messung. In Folge dessen muss ich auch den folgenden Paragraphen eine kurze Discussion der Messungen anfügen. Um aber die Messungen noch verständlicher zu machen, gebe ich vorerst die (trikline) Winkeltabelle.

Die (triclinen) Symbole (vergl. Fig. I) [1] der an dieser Varietät dominirenden Flächen (untergeordnet kommt noch $n'f\varphi$, vergl. p. 8 vor) sind:

$\underbrace{b}$	$\underbrace{m}$	$\underbrace{m'}$	$\underbrace{r}$	$\underbrace{r'}$
010	110	$1\bar{1}0$	120	$1\bar{2}0$
$\infty\breve{P}\infty$	$\infty P'$	$\infty'P$	$\infty\breve{P}'2$	$\infty'P2$
g'	t	m	g^3	${}^3g$

$\underbrace{p}$	$\underbrace{p'}$	$\underbrace{\pi}$	$\underbrace{\pi'}$
$21\bar{2}$	$2\bar{1}\bar{2}$	$\bar{2}1\bar{2}$	$\bar{2}1\bar{2}$
$\bar{P}2$	$'\bar{P}2$	$\bar{P}_{,}2$	$_{,}\bar{P}2$
$f'd^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$	$d'f^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$	$b'c^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$	$c'b^{\frac{1}{3}}h^{\frac{1}{2}}$

§. 3. Winkeltabelle und triclines Parametersystem.

Das der nachfolgenden Tabelle zu Grunde liegende Parametersystem ist:

$$a : b : c = 0{\cdot}810344 : 1 : 0{\cdot}494643$$

$$\xi = 89°52' \qquad \eta = 90°22' \qquad \zeta = 89°3'3.$$

Um die Tabelle möglichst compress zu gestalten, so werden statt den Winkeln $180—x°$ einfach $—x°$ gesetzt. Die

[1] Der Deutlichkeit wegen ward zur Construction Fig. 1 der Winkel $ce = 17°$ benützt; daher differirt Fig. 1 und Fig. 2.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Zwillingsflächen werden wie gewöhnlich überstrichen. Um die Zwillingsgesetze in der Winkeltabelle ersichtlich zu machen, so sind sie durch ein dem Symbol beigegebenes (*a*) oder (*b*) gekennzeichnet. Ersteres bedeutet, dass die Zwillingsaxe senkrecht auf (*a*), letzteres, dass sie normal zu (*b*) sei. Um die parallelen Flächen (der Rückseite) zu kennzeichnen und um ihre Differenz von Zwillingssymbolen oder den Stellenzeichen der Quadranten anzuzeigen, habe ich einen Strich den Buchstaben vorgesetzt. Es bedeutet dann z. B. $-m'$ die zu m' parallele Fläche in den negativen Quadranten der Rückseite. Man könnte denselben Zweck hier auch durch die Signatur $m'_{2\pi}$ erreichen, was die Differenz von 180° gegen m' andeuten würde.

	a 100	b 010	c 001	$-\bar{b}_{[a]}$
a 100		—89° 2'20"	89°37'50"	89° 2'20"
b 010	90'57'40"		90 8 10	1 55 20
c 001	89 37 50	—89 51 50		
m' $1\bar{1}0$	37 38 10	—51 24 10		—53 19 30
m 110	38 21 50	52 35 50		50 40 30
r' $1\bar{2}0$	56 42 10	—32 20 10		—34 15 30
r 120	58 3 55	32 53 45		30 58 25
v 101	58 19 40	90 33 55	31 18 10	vab=—89°52'
V $\bar{1}01$	—58 51	—90 22	32 6 40	abV=—58°49'½
e 012	89 52	76 18	13 50 10	
e' $0\bar{1}2$	89 25	—76 3	13 48 15	—76° 4'30"
p' $2\bar{1}2$	58 55 15	—77 35	33 23	—78 35 30
p 212	59 14 40	78 40	33 8 30	77 41
π' $\bar{2}12$	59 26 5	77 43	33 40	78 45
π $\bar{2}\bar{1}2$	59 46 40	—78 27 30	33 19 20	—77 28

	m' $1\bar{1}0$	m(110)	$\bar{m}'_{[a]}$	$\bar{m}_{[a]}$
m' 110		—104° 0' 0"	75°16'20"	0°43'40"
m 110	76° 0' 0"		—179 16 20	76 43 40
$\bar{m}'$ [b]	—102 48 20			
$\bar{m}$ [b]	1 11 40	—105 11 40		

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

	$m'\,1\bar{1}0$	$m(110)$	$\bar{m}'_{[a]}$	$\bar{m}_{[a]}$
$r'\,1\bar{2}0$	19° 4'			18°20'30"
$r\,120$		19°42' 5"	20°25'45"	
$e\,012$	98 12 45"	81 26	—98 25 20	98 21 20
$e'\,0\bar{1}2$	81 3	98 7	97 59 30	—99 3 30
$p'\,2\bar{1}2$	57 40	73 56 30	73 34 30	
$p\,212$	73 45 30	58 7		74 7 8
$\pi'\,\bar{2}12$	—58 7 50	—74 11	—73 49 30	
$\pi\,\bar{2}\bar{1}2$	—74 15 40	—58 24	—58 17	—74 36 30

	$r'\,1\bar{2}0$	$r\,120$	$\bar{r}'_{[a]}$	$\bar{r}_{[a]}$
$r'\,1\bar{2}0$		—65°13'55"	113°24'20"	1°21'45"
$r\,120$	114°46' 5"		—178 38 15	116 7 50
$\bar{r}'_{[b]}$	—64 40 20	0 33 45		
$\bar{r}_{[b]}$	—179 26 15	—65 47 30		
$e\,012$	101 20 30	78 20	—101 29 30	101 31 40
$e'\,0\bar{1}2$	78 3 10	101 29	101 17 30	—102 7
$p'\,2\bar{1}2$	62 52 40	84 23	83 38	63 22
$p\,212$	83 43 30	63 36		
$\pi'\,\bar{2}12$	—63 44 30	—84 56 50		
$\pi\,\bar{2}\bar{1}2$	—84 35 10	—64 11 10		

	$e(012)$	$e'(0\bar{1}2)$	$\bar{e}'_{[a]}$	$\bar{e}_{[a]}$
$p'\,2\bar{1}2$	40°32'	30°30'	31°40'	
$p\,212$	30 37 30"	40 0		30°53'30"
$\pi'\,\bar{2}12$	30 42	40 0		
$\pi\,\bar{2}\bar{1}2$	40 42	30 48	29 38 20"	
$e'(0\bar{1}2)$	27 39		1 10	27 39 30

§. 4. Indices und Winkel der Prismenflächen und der Pyramide *p*.

Die Annahme eines triclinen Parametersystems für die Brochantite I. Typus war die Folge einer consequenten Discussion

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

jedes einzelnen Messungsresultates. Einer solchen Discussion konnten anfangs nur jene gerechneten Winkel zu Grunde gelegt werden, welche in der früheren (monoclinen) Winkeltabelle (p. 11) angegeben sind. Die Differenzen (vergl. später p. 39) waren jedoch in der Zone des Prisma so charakteristisch, dass die Hypothese eines monoclinen Parametersystems bald verlassen werden musste. Schwieriger gestaltete sich aber die Annahme eines richtigen triclinen Axensystems, indem, wie auch die nachfolgenden Angaben zeigen werden, immer nur einzelne Quadranten gemessen werden konnten. Hiedurch wird namentlich die Bestimmung der Fläche 001, die Unterscheidung von p und π sehr schwierig. Es mussten daher die Messungen jedes Krystalls auch dazu benützt werden, sie selbst zu controliren. Durch diese Controlrechnungen konnten dann die Winkel der Pyramiden bestimmt und die Messungen verschiedener Krystalle auf einander bezogen werden.

Diese weitläufigen Rechnungen anzuführen, werde ich im Nachfolgenden vermeiden. Ich gebe jedoch die Messungen in einer Reihenfolge, welche dem Leser ermöglichen soll, dieselben vollkommen zu controliren oder zu Rechnungen mit anders lautender Grundhypothese zu verwenden. Ich füge die gerechneten (triclinen) Winkel bei. Um die Genauigkeit des Resultates erkennen zu lassen, füge ich auch die Zahlen für die relativen Gewichte der Beobachtungen bei [1].

Krystall 1, $1^1/_2$ Millim. hoch, 1 Millim. dick. In der Prismenzone ist die Zwillingsbildung nicht deutlich erkennbar. Am Obertheile des Krystalls ist eine Pyramidenfläche (p) einseitig entwickelt; ebenso ist auch das Doma (e) einseitig vorhanden, überdies durch Zwillingsstreifen ($\bar{e}$) unterbrochen. Den Untertheil des Krystalls bilden zwei einseitig entwickelte, mit einem einspringenden Winkel an einander stossende Pyramiden ($-\pi'$, $\bar{p}'$?), deren Ausbildung jedoch nur annähernde Messungen gestattet.

---

[1] Über das Gewicht vergl. Nummer XLI. Ich setzte unabhängig von der (hier vorerst ganz unbekannten) Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung das Gewicht einer mit dem Ausbildungsfehler $\pm 1'$ behafteten Messung gleich 1. Ausführlichere Daten vergl. p. 82 und p. 86.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Fig. 3 stellt den beobachteten Krystall in ziemlich natürlichen Verhältnissen dar, während Fig. 4 mit Rücksicht auf diese beobachtete Form symmetrisch und zwar als Zwilling construirt ist. Die Drehungsaxe ist senkrecht zur Fläche (100), die Juxtaposition erfolgt in der Zone (100)(001) (vergl. p. 28).

	Beobachtet	Gew. $= 4g_1$	Gerechn. (tricl.)
$r'm' =$	19° 9"	1/4	19° 4'
$m'm =$	75 43	1/4	76 0
$mr =$	19 58	1/9	19 42·5
$mp =$	58 11	1	58 7
$r'p =$	83 51	1/4	83 43·5
$m'p =$	74 5	1/9	73 45·5
$p : -\bar{e} =$	31 1/4°		30 53·5
$mp^{\bar{7}} =$	73 1/2		73 34·5

Ähnliche Form und Winkel hat Krystall 110 (vergl. p. 39).

Krystall 5, von 1 Millim. Grösse, mit vollkommen glänzenden Flächen, aber nur einseitig entwickelter Pyramide p (Fig. 5). e ist undeutlich. Die Zwillingsbildung ist an dem Krystallfragmente auf eine kleine Partie der rechten Seite beschränkt, und beeinflusst daher b rechts, sowie sie einen einspringenden Winkel zwischen p und $(-\bar{\pi}?)$ oben hervorruft.

	Beobachtet	Gew. $= 4g_1$	Gerechn. (tricl.)
$r'm' =$	19' 3"	4	19' 4"
$mm' =$	76 0	4	76 0
$rm =$	19 21	1/25	19 42·5
$-bm' =$	51 41	1/9	51 24·2
$-br =$	−32 58	1/9	−32 53·7
$m'p =$	73 48	1	73 45·5
$r'p =$	83 41	1	83 43·5
$rp =$	63 38	1	63 36

Aus den fünf mit den Gewichten 4 oder 1 bezeichneten Werthen lassen sich mit Genauigkeit die folgenden Werthe ableiten:

$$b\,(010) : a\,(100) = 90°57'40"$$
$$b\,(010) : p\,(212) = 78\ 40$$
$$\measuredangle\, pba = 58\ 20$$

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

§. 5. Lage und Indices der Pyramide p' $(2\bar{1}2)$ und des Doma (101).

Das eben erhaltene Resultat des §. 4 erlaubt die Messungen am Krystall 2 zu berechnen. Letzterer, 1 Millim. gross, ist ein durch Spaltung nach b abgeplattetes Fragment, welches die Pyramide p' und die Flächen $m'n'r'$ zeigt. Letztere und e' sind nicht scharf messbar. An der linken Seite (vergl. Fig. 6) in Mitte der Fläche r' beginnt Streifung und Zwillingsrepetitionen von r' mit r.

	Beobachtet	Gew. $= 4g_1$	Gerechn. (tricl.)
$bp' =$	$-77°35'$	$1/9$	$-77°35'$
$m'p' =$	57 45	$1/9$	57 40
$rp' =$	63 45	$1/25$	63 22

folgt

$\sphericalangle p'ba = 58'25'$ $\qquad$ $\sphericalangle pba = 58°20'$

Rechnet man aus den Beobachtungen direct den Winkel $p'ba$, so zeigt der Vergleich dieses Winkels $p'ba$ mit dem Winkel pba (vorhergehender Paragraph), dass nur eine Differenz von $5'$ besteht. Nach den Messungen läge somit p' nur $5'$ ausserhalb der Zone bp. Diese Differenz ist wohl zu vernachlässigen, und die Fläche $p'(2\bar{1}2)$ in die Zone von $bp = (010)(212)$ einzusetzen. Unter letzterer Annahme sind die obigen (triclinen) Winkel gerechnet [1], mit welchen die besseren Beobachtungen vom Gewichte $1/9$ gut stimmen.

Aus den bekannten bp, bp' und abp folgt ferner:

$$ap' = 58°55'$$
$$a(100) : r(101) = 59°19'40''$$
$$\sphericalangle rab = -89°52' = bc \text{ circa}$$
$$bv = -89\ 26\ 5''$$
$$\zeta = 89°52'.$$

[1] So lange nur p und p', nicht aber 001 bestimmt ist, liesse sich auch die Hypothese eines monoclinen Systems (vergl. frühere Winkeltabelle) rechtfertigen. Den Winkeln nach entspräche die tricline Fläche p der monoclinen π, die tricline p' der monoclinen Fläche p.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Unter der Annahme, dass ac nahe gleich 90° ist, coïncidirt $\measuredangle rab$ nahe mit bc. Zur Ermittlung des Parameterverhältnisses fehlt deshalb nur noch die Entscheidung, ob die bisher beobachteten Pyramiden in den Quadranten mit $ac < 90°$ oder in jenen mit $ac > 90°$ gelegen sind.

§. 6. Die Lage der Fläche (001).

Aus der Menge der untersuchten Krystalle erlaubte ein einziges Individuum die Distanz ac zu ermitteln. An demselben waren nicht blos die Winkel scharf messbar, sondern auch eine Hälfte des Krystalls durch keine Zwillingslamellen gestört. Es ist dies

Krystall 10. W. Univ.-S. 2971. von $1^1{}_2$ Millim. Grösse. Derselbe ist durch das Vorherrschen der Pyramidenflächen (vergl. Fig. 7) und durch das Zurücktreten der Flächen e eigenthümlich gestaltet. Seine linke Hälfte ist durch keinerlei Zwillingsstreifen unterbrochen, die Flächen glatt und einfach spiegelnd. Die rechte Hälfte des Krystalls ist jedoch durch eine wechselnde Reihe von Zwillingslamellen (parallel der Zone ac) unterbrochen. Es wechseln auf dieser rechten Seite Flächen der linken und rechten Quadranten streifenweise mit einander ab, jedoch sind erstere schmal entwickelt. Das Resultat dieser Repetitionen ist deshalb eine scheinbar homogene rechte Pyramidenfläche; allein in deren Messungsdaten (vergl. p. 28) kennzeichnet sich die abnorme Bildung. Das Zwillingsgesetz soll später p. 26 erörtert werden.

	Beobachtet	Gew. $= 4g_1$	Gerechnet triclin	Gerechnet prism.
$m' : -m =$	−76° 2'	1	−76° 0'	−76'24'
$m' : p' =$	57 40	¼	57 40	57 56·3
$a : p' =$			*58 55	58 55
$p' : e' =$	30 30	¼	*30 30	31 4·5
$e' : \pi =$	30 48	¼	30 48	31 4·5
$p' : \pi =$	61 18	1	61 18	62 9
$b : e' =$	76½°		76 3	76 26

Diese Zone $p'\ e'\ \pi$ erlaubt 001 zu berechnen. Rechnet man aus bekannten ap' (früherer Paragraph) und $p'e'$ (gemessen), welche mit * bezeichnet sind, die übrigen Winkeln, so stimmen dieselben vollkommen mit der Beobachtung. Es beweist dies,

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

dass die hier mit p' bezeichnete Fläche ident mit p' vom früheren Paragraph ist. Es sind dadurch auch die Flächen e' und π in ihrer Lage bestimmt. Die aus den letztgenannten Werthen folgenden Winkel von ac, ae sind mit denjenigen der (triclin) Winkeltabelle p. 8 ident. Das im §. 2 angeführte tricline Parametersystem stützt sich ebenfalls auf diese Messungen.

Die oben beigegebenen prismatisch gerechneten Winkeln (vergl. p. 7) lassen trotz der Identität von ap' in den übrigen Winkeln grosse Differenzen hervortreten.

§. 7. Zwillingsbildung an Brochantit, Typus I.

Wie aus der Literatur der Feldspathe ersichtlich, ist die genaue Bestimmung der Zwillingsbildung eines als triclin erkannten Krystalls mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden. Nur die schärfsten Messungen erlauben, deren Positionsgesetze zu erkennen. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich bei der Discussion der Messung von Brochantitzwillingen.

Allbekannt ist die Streifung des Brochantit auf seinen Flächen e, welche sich mehr oder minder deutlich auch über die Prismenzone nach abwärts fortsetzt. Einspringende Winkel in dieser Zone ee' sind nicht selten. Sie treten theils einzeln auf, so dass sie den Krystall scheinbar halbiren, theils treten nur einseitig mehrere Zwillingslamellen auf; am häufigsten hingegen scheint der ganze Krystall aus einem Complex einzelner Schichten aufgebaut. An einem kaum $1^1/_2$ Millim. grossen Krystalle (ähnlich Fig. 8) von Rezbanya (Varietät b, vergl. folgende Nummer) von der W. Univ.-S. 2971 konnte ich ganz scharf 25 ziemlich gleich breite Zwillingslamellen zählen. Bedenkt man, dass der Brochantit ähnlich den Feldspathen parallel (010) seine Spaltungsrichtung hat, so darf man wohl die Zwillingsbildung des Brochantit mit der polysynthetischen Bildung der Plagioklase vergleichen.

Die Juxtaposition der Zwillingslamellen am Brochantit erfolgt scheinbar immer parallel der Spaltungsfläche b. Scheinbar sollte daher b (010) auch Zwillingsfläche sein. Die Mehrzahl der Messungen an den Prismenflächen widerspricht jedoch dieser scheinbar richtigen und einfachen Annahme.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Um die Lage der Brochantitflächen im normalen triclinen Krystall und in den möglichst einfachen Zwillingsstellungen zu versinnlichen, sind die nachfolgenden Schemata angegeben. In denselben ist bekanntlich:

$$bm > bm' \quad -m \| m \quad bp > bp' \quad b\pi > b\pi'$$
$$b : c > -b : c \quad a : b > a : -b.$$

Die Schemata zeigen die Lage der Flächen der oberen Hälfte des Krystalls und die untere Pyramide des Vordertheils. Die oberen Flächen $-c$ der Zwillinge III und IV sind die Flächen $-c$ vom normalen Individuum.

I. Normaler Krystall.

Oben

$-m \quad -a \quad -m'$

$\pi \quad \pi'$

$-b \qquad b$

$e' \quad c \quad e$

$p' \quad p$

$m' \quad a \quad m$

Unten . . . . . .

$-\pi' \quad -\pi$

II. Zwilling nach c(001).

$m \quad a \quad m'$

$p \quad p'$

$e \quad c \quad e'$

$b \qquad -b$

$\pi' \quad \pi$

$-m' \quad -a \quad -m$

. . . . . .

$-p' \quad -p$

III. Zwilling nach a(100).

Oben

$-m' \quad -a \quad -m$

$-p' \quad -p$

$-e' \quad -e \quad -e$

$b \qquad -b$

$-\pi \quad -\pi'$

$m \quad a \quad m'$

Unten . . . . . .

$p \quad p'$

IV. Zwilling nach b(010).

$m' \quad a \quad m$

$-\pi' \quad -\pi$

$-b \qquad b$

$-e \quad -c \quad -e'$

$-p \quad -p'$

$m \quad -a \quad m'$

. . . . . .

$\pi \quad \pi'$

Bezüglich der Coïncidenz der Zonen hebe ich hervor, dass bei normaler Juxtaposition

vom Zwilling	II	die Zone	ac	fällt auf Zone	ac	vom Ind.	I	
			bc		bc			„
„	„	III	„	„	mm'		mm'	„
					ac		ac	„
„	„	IV	„	„	mm'		mm'	„
					bc		bc	„

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Zu bemerken ist, dass statt den Normalen auf *a*, *b*, *c* auch *X*, *Y*, *Z*, d. h. die Krystallaxen selbst — als Zwillingsaxen angenommen werden könnten. Die schematische Lage der Flächen bliebe ähnlich der obigen. Nur die Coïncidenz der Zonen würde aufgehoben werden.

Die relative Lage der Flächen einer Combination von I und III versinnlicht die Projection Fig. 1, in welcher sich die vollen Kreise auf den Ind. I, die unterbrochenen Kreise auf das Zwillingsindividuum III (Zwilling nach *a*) beziehen.

§. 8. Die Zone *bm* an Zwillingen.

Wie man aus obigem Schema ersieht, sind bei Zwillingen nach II die Prismen von II coïncident mit jenen von I. Winkeldifferenzen sind deshalb unmöglich. Ein- oder ausspringende Winkel in der Prismenzone sind nur bei der Combination von I mit III oder IV möglich. Aus den Winkeln lassen sich aber auch diese beiden Fälle unterscheiden, denn es ist:

bei Zwillingen	nach $a(100)$	nach $b(010)$
	$m'_{\mathrm{I}} : \bar{m}_{\mathrm{III}} = 0°43'40''$	$m_{\mathrm{I}} : \bar{r}_{\mathrm{IV}} = 1°11'40''$
	$r'_{\mathrm{I}} : \bar{r}_{\mathrm{III}} = 1\ 21\ 45$	$r^{\mathrm{I}}_{\mathrm{I}} : \bar{m}_{\mathrm{IV}} = 0\ 33\ 45$

Die Mehrzahl der gemachten Messungen stimmt mit dem Gesetze III, und nur ein vereinzelter Krystall mit dem Gesetze IV (Zwill. nach *b*).

In der Prismenzone zeigen die wenigsten Krystalle einfache Reflexe. Die Mehrzahl der Krystalle lässt schon mit freiem Auge Streifungen und Repetitionen erkennen. Am Goniometer treten meist (auch auf den Flächen *b*) zwei getrennte Reflexe auf. Sind zahlreiche Zwillingslamellen vorhanden, so lässt sich schwierig das normale Individuum von seinen Zwillingen trennen. Als Beispiel eines einfacheren Zwillings nach $a(100)$ ist Krystall 10 (vergl. früher p. 23) hervorzuheben:

beobachtet	gerechn. (triclin)
$m' : -m = -76°\ 2'$	$m'm = 76°\ 0'$
$\bar{m}'_{\mathrm{III}} : -m = 179\ 25$	$\bar{m}' : -m = 179\ 16\ 20''$.

Unter den übrigen Beobachtungen finde ich nur die von Krystall 4 erwähnenswerth. Es ist dies der einzige Krystall,

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

dessen Prismenzone nach dem IV. Zwillingsgesetze (nach b) gebildet ist. Er ist 1 Millim. gross, plattenförmig, p und m angedeutet, r gut entwickelt. In der Zone bm ward fortlaufend beobachtet.

Beobachtet		Gerechnet	
b =	1° cir.	$-b$ =	1°21'50"
r_1 =	33 42'	r' =	33 42
r_2 =	34 8	r_{1V} =	34 15 45
r_3 =	148 20	r =	148 28 5
r_4 =	148 51	$\bar{r}'_{1V}$ =	149 1 50

Ich glaube, hier das für die Rechnung und Discussion einfachere Zwillingsgesetz: Drehungsaxe senkrecht auf b (010), beibehalten zu dürfen, weil die Messungen an Pyramiden oder Domenflächen fehlen, welche entscheidend wären. Die Winkel dieses Kr. 4 accommodiren sich drei Annahmen:

1. Zwillingsaxe senkrecht auf b, Juxtaposition parallel b;
2. Zwillingsaxe die Krystallaxe X;
3. Zwillingsaxe senkrecht auf c (001), Juxtaposition parallel b.

§. 9. Die Lage der Pyramidenflächen an Zwillingen.

Die Controle des Zwillingsgesetzes III ist in manchen Fällen durch Messungen an Pyramidenflächen möglich. Bei diesen Zwillingen (nach a) sind jedoch zweierlei Juxtapositionen möglich und vorhanden. Immer sind Zwillingslamellen vorhanden, die parallel[1] der Zone ac an einander gelagert sind. Hierdurch werden die Reflexe in den Zonen bc und bp gestört und die Messungen ungenau. Weniger beeinflusst werden dadurch Messungen in den Zonen ae. — Eine zweite Art der Juxtaposition ist seltener. Sie erfolgt parallel a (100). Theile eines Zwillingsindividuums schieben sich parallel a ein, und unterbrechen partiell den richtigen Verlauf der Zone ae am normalen Indivi-

[1] Die Mehrzahl der Messungen stimmt mit einer Juxtaposition parallel ac; doch sind auch einzelne Messungen vorhanden, nach welchen die beiden Individuen zu einander geneigt sind, so dass $b : +\bar{b}_{III} = 179°30'$ circa ist. Dies würde eine andere Juxtapositionsfläche oder eine Zwillingsbildung nach der Krystallaxe Y, oder nach der Fläche c (001) erfordern.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

duum. Für beide Fälle liegen zahlreiche Messungen vor (vergl. Projection Fig. 1).

Krystall 10. Zwilling nach *a*, Juxtaposition nach *ac* (scheinbar nach *b*). Die Messungen (p. 23 u. 26) beziehen sich bereits auf denselben. Hier ist das rechte Zwillingsindividuum zu bestimmen (vergl. Fig. 7).

	Beobachtet	Gerechnet triclin	prism.
$\bar{m}' : \pi =$	121°38'	121°43'	122° 3½'
$\bar{m}' : e' =$	97 50	97 59·5	97 19
$-\bar{\pi}' : -\bar{e} =$	30 45	30 42	31 4½
$-\bar{e} : -\bar{p} =$	30 27	30 37·5	31 4½
$-\bar{\pi}' : -\bar{p} =$	61 11	61 19·5	62 9

Krystall 3. Zwilling nach *a*, Juxtaposition parallel *a*. Derselbe hat zahlreiche Lamellen parallel *ac*, welche alternativ einspiegeln (vergl. Fig. 9). Von den Pyramiden ist nur die Fläche π ($\bar{2}\bar{1}2$) sammt der begleitenden φ ($\bar{6}\bar{1}6$) einseitig ausgebildet. Auch durch π laufen Zwillingsstreifen. Der Winkel $\pi : -\bar{e}'$ zeigt die Verhältnisse der Juxtaposition an.

	Beobachtet	Gerechn. (triclin)
$b : \pi =$	−77°28'	−77°28'
$-m' : \pi =$	74 10	74 15½
$\pi : -\bar{e}' =$	29 20	29 38⅓

Ähnliche Juxtaposition erfordert die Messung am Krystall 1 vergl. p. 21, Fig. 3):

beob. $p\bar{e} = 31°15'$ gerechn. (triclin) $= 30°53½'$

Analoge Winkel $29½°$ und 31° sind auch an minder deutlich entwickelten Krystallen häufig. Die Rücksichtnahme auf diese hat die Rechnung der (monoclinen) Winkeltabelle von p. 11 veranlasst.

Auf dem Handstücke der W. Univ.-S. 2971 (vergl. p. 16) sitzt ein eigenthümlicher Juxtapositionszwilling nach *a*. Seine Gestalt wird durch Fig. 10 möglichst naturgetreu wiedergegeben. Es sind nur die Flächen 110 und 212 vorherrschend ausgebildet. Die in Fig. 7 immer noch schwach entwickelte Fläche *e* tritt vollkommen zurück. Dafür ist vollkommen scharf ein einspringender Winkel parallel der Zone *bc* vorhanden. Der Krystall hat scheinbar fast pyramidalen Habitus. Der Krystall ward nicht

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

abgebrochen und daher ist die Flächenbezeichnung der Quadranten $p\pi$ willkürlich.

§. 10. Die Flächen *e* an Zwillingen.

Obgleich die Flächen *e e'* scheinbar die Gestalt des Brochantit dominiren, so gelang es doch nicht, durch directe Messung absolut genaue Werthe für die Winkel *re*, *me* und *be* zu erhalten. Die Flächen *e* sind in diesen Zonen immer durch die grosse Anzahl der Zwillingslamellen vollkommen gestört. Allein, auch die Berücksichtigung dieser Zwillingsbildung bringt keine bessere Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung hervor. Z. B.:

Krystall 3. Zone *bee'*

$be_1 =$	$-73°25'$	gerechn. $76° 3'$
$be_2 =$	$-77\ 13$	$76\ 18$
$be_3 =$	$76\ 45$	

Krystall 10, Zone *bee'*

$e'\bar{e} =$ $28°38'$ $\qquad ee' = 27°39'5$

Letztere Messung scheint mit der Juxtaposition parallel *ac* nicht zu stimmen und würde die Hypothese einer Zwillingsbildung nach der Krystallaxe *Y* unterstützen. Die obige Messung von *ee'* würde jedoch zu ihrer Erklärung $b : \bar{b}_Y = 180°58'5$ oder $b : c = 90°29'2$ erfordern. Hiermit stimmen aber die früheren Messungen nicht, welche ergaben $bc = 90° 8' 10''$ und hieraus $b : \bar{b}_Y = 180°16'20''$.

Es bleibt nur noch der mögliche und wahrscheinliche Fall übrig, dass hier eine verschleierte Zwillingsbildung nach zwei Gesetzen auftritt. Hauptgesetz: Zwillingsbildung nach *a*, Juxtaposition nach *ac*. Secundäre Zwillingsbildung eingeschobener Lamellen: Zwillingsbildung nach *c* (001) oder nach *b* (010), Juxtaposition parallel *b*.

Letztere Annahme gäbe beispielsweise für den Krystall 10:

beob. $e'\bar{e}_c = 28°38'$ $\qquad$ gerechn. $\bar{e}' : \bar{e}_c' = 27°54'$

Jedenfalls lehren diese Messungen, dass zur absolut genauen Bestimmung der Juxtapositionsfläche das bisher benützbare Material nicht genügt.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Die aus den Pyramidenwinkeln abgeleiteten Werthe für *be* und *be'* stimmen annähernd mit allen Messungen an einfachen Krystallen des Brochantits.

XXXIV. Brochantit I. Typus; Fortsetzung. Lichtgrüne Varietät *b* von Rezbanya. Resumé der Verhältnisse des I. Typus.

§. 1. Die chemischen und paragenetischen Verhältnisse der Varietät *b*.

Die lichtgrünen Brochantitkrystalle von Rezbanya sind weit häufiger als die dunkelschwarzen. Allein ihre Flächen sind weniger glänzend, ihre Form nicht so scharfkantig entwickelt. Dieselben sind, wie schon gelegentlich früher (p. 15) erwähnt, jünger, als die Varietät *a*. Sie bilden fast durchwegs dicht besetzte Drusen. Ihre Farbe erinnert schon an den bleihaltigen Caledonit. Trotzdem ist das Resultat der bisherigen Analysen von Werthheim in Peters l. c. und von Magnus nicht vollkommen genügend, um eine chemische Formel für dieselben mit Sicherheit annehmen zu können.

Werthheim[1] gibt 65·59 Proc. CuO mit etwas $PbOSO_3$; 17·54 Proc. SO_3 an.

Magnus[2] gibt 66·9 CuO, 1·04 PbO, 17·4 Proc. SO_3 an.

Eine Probe[3] mit 0·02 Gr. auf trockenem Wege[4] ergab mir[5] 69·5 CuO, 13·3 H_2O.

---

[1] Obgleich Werthheim weder Farbe noch Handstück seiner untersuchten Krystalle angibt, so ist doch aus der Paragenesis erkenntlich, dass dieselben vom Hof-Min.-Cab. 23/29 stammen.

[2] Die von Magnus analysirten Stücke gehören jedenfalls zu dieser Varietät. Er sagt: „Brochantit von etwas dunklerer Farbe als Malachit. In Krusten.“ Vergl. folgende Seite.

[3] Etwas Malachit konnte nicht beseitigt werden. Dies in Rechnung gebracht, würde den Kupfergehalt vielleicht unbedeutend vermindern, hingegen den auf Brochantit entfallenden Wassergehalt erhöhen.

[4] Bei sehr kleinen Quantitäten der schwefelsauren Kupferoxydsalze gelingt die Bestimmung des Wasser- und Kupfergehaltes genügend genau auf trockenem Wege durch successives Erhitzen bis zur Weissgluth im Platintiegel. Natürlich werden die zufällig dem CuO beigemengten

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Die Resultate der Analysen von Magnus und Werthheim, sowie die innige paragenetische Beziehung dieser (*b*) Brochantit-Varietät zu Linarit lassen vermuthen, dass die lichte caledonitähnliche Farbe der Krystalle eine Folge etwaigen Bleigehaltes ist.

Wie die mir vorliegenden Handstücke auf das deutlichste erkennen lassen, ist die Bildung dieser Brochantitstufen durch die Einwirkung von Kupfervitriollösungen auf Cerussit eingeleitet worden. Einige Handstücke beschreibe ich ausführlich.

Handstück 23/29, Hof-Min.-Cab. Auf quarzreicher Unterlage sitzt Mennig mit eingesprengtem weissen Cerussit. Über dieser unteren Schicht baut sich das Stück auf aus einem ziemlich regellosen bunten Wirrwarr von grünen Brochantitkrusten, krystallinisch derben blauen glänzenden Linaritgruppen, theils lichtgelben, theils röthlichgelbem wismuthhaltenden Bleimennig und bleihaltender Kupferschwärze. An den Brochantit schliessen sich vorzüglich die kleineren Linaritpartien an. Einzelne trennen deutlich den Brochantit von den Bleimennigen. Linarit entstand zuerst aus der zuträufelnden SO_3CuO-Lösung, welche erst später immer reicher an CuO ward, bis die für Brochantit nöthige Sättigungsstufe eintrat.

Die Krystalle vom Brochantit an diesem Handstücke sind tafelförmig, parallel der Axe *X* bedeutend verlängert, so dass sie selbst 3 Millim. in dieser Längendimension erreichen. Die Pyramidenflächen sind schlecht entwickelt, die Prismenzone weist zahlreiche Streifungen und Repetitionen auf. Krystall 29 stammt von diesem Handstück.

Handstück 23/55, Hof-Min.-Cab., bietet noch zahlreicheres paragenetisches Detail zwischen Brochantit und Linarit dar. Die Unterlage bildet derber körniger Cerussit, der durch Ocher gelb gefärbt ist und lose Quarzkrystalle einschliesst. Brochantit und Linarit durchziehen unregelmässig das Innere des Stückes. Nach aussenhin treten die Drusenräume halb geöffnet dem Beschauer entgegen. In der Mitte der Oberfläche sind

---

Bestandtheile entweder mitgewogen oder verflüchtigt. Wie schon Maskelyne angedeutet, so zeigte auch mein Versuch ein successives, nach Äquivalenten 1 : 3 : 7—8 fortschreitendes Entweichen des H_2O bei zunehmender Erhitzung. Dass bei starker Weissgluth CuO ohne wägbare Spur von Säure zurückbleibt, haben Berthier und Field (l. c.) angegeben. Letzterer verwendete auch diese Methode zu Controlversuchen.

[5] Mit den Resultaten für CuO nach Magnus stimmt die Zahl 65·6, welche Werthheim erhalten hat, während meine Zahl für die Varietät *b* höher ist, und den Mittelwerthen aller Brochantitanalysen nahe kommt. Wechselt die zufällige Beimengung? Werthheim gibt als solche Blei, Zink, Wismuth, Eisen an.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

durch die einstige Wirkung der zufliessenden Kupfervitriollösung mehrere grosse Vertiefungen entstanden. Zu unterst, dem Blei zugewendet, liegt als ältestes Glied der Linarit. Auf denselben folgen lichtgrüne Krystalle von Brochantit in Krusten verwachsen oder sehr enge aneinander sitzend. Die rechte Seite dieser Stelle wird durch Malachit überzogen, der eine wellenförmige Kruste, gebildet aus kurzen feinen Nadeln, bildet. Er gleicht Sammt oder Rasen. Dieser Malachit ist etwas jünger wie Brochantit, weil einzelne Krystalle des letzteren von Malachit partiell überdeckt sind. Wo aber Brochantit mit Malachit in Berührung kommt, wird die Farbe des Brochantit merklich dunkelgrün [1].

Auch auf den Untertheil des Handstückes treten die Beziehungen von Brochantit zu Linarit deutlich hervor. Eine kleine Geode zeigt im Innern Brochantit, der ringsum von älterem Linarit umgeben ist. In einem anderen Falle ist scheinbar Brochantit das umgebende Mineral; in der Wirklichkeit gestaltet sich hier die Paragenesis genau wie früher. Eine kleine im Centrum befindliche Ockerkugel ist nämlich der Kern der Bildung, um welche sich zuerst Linarit und dann Brochantit angesetzt hat.

Von diesem Handstücke stammen die Krystalle 20—25.

In den Sammlungen Pest's sind zahlreiche Handstücke dieser Varietät *b* vorhanden. Exemplare dieser Art, meist mit gleichen (wie oben) paragenetischen Beziehungen zu Linarit und Bleiocher habe ich in den Sammlungen des Herrn Fauser; im Pester Nationalmuseum (unter Lobkowitz Sammlung, 115/1 und 115/2, sowie unter Szaybely, Nr. 344 und 342 [2]); in der Universitäts-Schausammlung (unter A. F. 853) gefunden. Zwei Exemplare (Nr. 342, 853?) hat Peters (l. c. p. 165, Alinea 2—3) erwähnt. Ich fand, dass Nr. 853 zwei verschiedene Brochantitgenerationen zeigt; diese sind auf Ober- und Untertheil des Handstückes vertheilt, aber beide gehören der Varietät *b* an. — Paragenetisch merkwürdiger ist Nr. 342, indem auf diesem Stücke zwei Brochantittypen zur Ausbildung gelangt sind. Es bildet nämlich die Varietät *b*, Typus I, Krystallgruppen auf einer Krystallkruste von Brochantit des 4. Typus (vergl. später p. 68). An diesem Handstücke bildet Chrysocolla den Hauptbestandtheil des Muttergesteins.

Krystalle dieser lichtgrünen Varietät *b* bilden auch die reichen Brochantitkrusten auf dem Handstücke 2971 Wien. Univ.-S. Letzteres ward bereits früher (p. 16) beschrieben, indem auf demselben auch einige Krystalle der Varietät *a* vorkommen. Krystalle von lichter Farbe unserer Varietät *b* wurden von diesem Handstücke nicht gemessen. Ein kleiner

---

[1] Ich erinnere, dass auch die schwarzgrünen Brochantite I. Typ., Var. *a* (vergl. früher) nur mit Malachit vorkommen.

[2] Die Originaletiquette dieses unzweifelhaft von Rezbanya stammenden Stückes gibt fälschlich den Fundort Neu-Moldowa an. (Schrauf.)

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

in der Mitte sitzender Krystall zeigt auf den Flächen *ee'* gegen 25 Zwillingsstreifen, entsprechend einer vollkommen plagioklastischen Zwillingsbildung.

§. 2. Messungen.

Die differirenden paragenetischen [1] Verhältnisse der lichten Brochantite, sowie deren ganz abweichende Färbung erweckt die Vermuthung, dass auch morphologische Differenzen zwischen dieser Varietät *b* und der schwarzen Varietät *a* vorhanden seien. Das Handstück 23/29, auf welches Brochantit am innigsten mit Blei verquickt ist, liefert leider nur unbrauchbare Krystalle, z. B. Nr. 129. Das Handstück 23/55 zeigt wieder nur dort die best reflectirenden Krystalle, wo dieselben vom Linarit durch eine etwas dickere Schicht derben Brochantit getrennt sind. Sicher ist, dass die Krystalle um so weniger zur Messung tauglich sind, je lichter dieselben sind. Ob letzteres eine Folge einer Beimengung ist, wage ich nicht zu entscheiden [2].

Die Krystalle, welche ich untersucht habe, sind durchschnittlich 1—1½ Millim. gross, und haben einen mittleren Ausbildungsfehler (vergl. Nr. XLI, p. 86) von 4—10 Minuten. Vielfache Zwillingscombinationen treten auf. Ohne dem Resultate einer genauen Vergleichung dieser lichten Brochantite mit der in der vorigen Nummer besprochenen dunklen Varietät *a* vorzugreifen, kann ich doch schon hier bemerken, dass die bisherigen Rechnungen genügen, um die Flächenlage sicherzustellen.

Ich erwähne im Folgenden die wichtigsten Daten:

Krystall 23, gebildet von den Flächen *m* und *e* (vergl. Fig. 11). In der Mitte ist der Krystall durch eingeschobene

---

[1] Die von Magnus analysirten Stücke sind jedenfalls hieher zu rechnen. Seine Handstücke zeigten: „Krystallirten Brochantit von etwas dunklerer Farbe wie Malachit. Er kommt vor mit Malachit und Kupferlasur (ob nicht Linarit? Schrauf) auf einem Bleiganz, der ganz mit Rothkupfererz gemengt ist und sehr stark selenhaltig ist. Der Brochantit sitzt in ganz dünnen Krusten auf. Fundort ist Siebenbürgen. Rezbanya fraglich."

[2] Einige kleine lichte Krystallsplitter ergaben mir wohl Bleireactionen, andere hingegen zeigten dieselben nicht.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Zwillingslamellen gestreift. Die Fläche $-\bar{e}$ ist glänzend; e' minder deutlich; mm parallel den Kanten stark gestreift.

	Beobachtet	Gew. $= 4g_1$	Gerechn. (triclin)
$-\bar{e} : e' =$	27°35′	1/4	27°39′5
$-\bar{m} : -\bar{e} =$	81 32	1/9	81 26
$-m : -\bar{e} =$	98 22	1/4	90 21·2
$-m : -\bar{m} =$	76 50	1/9	76 43·6

Nach dieser Messung ist Krystall 23 ein Zwilling nach $a(100)$ mit Juxtaposition zweier nahe gleich entwickelter Individuen.

Bei den nachfolgenden Krystallen tritt zu der Juxtaposition parallel der Zone ac noch die Juxtaposition parallel a. Letztere, bei der früheren Varietät (vergl. p. 27 und 28) auf Ausnahmsfälle beschränkt, ist hier fast an allen Krystallen durch Messung nachweisbar. Dadurch werden die Winkel der Pyramiden in der Zone ae verzerrt. Sie begründen scheinbar eine andere (monocline) Krystallform (vergl. Projection, Fig. 2) [1].

Krystall 25. Derselbe, 1 Millim. gross, von tafelförmiger Gestalt, hat eine stark gestreifte Prismenzone, dann die Domen $e'\,\bar{e}'$ und die Pyramidenfläche p' entwickelt. Die Fläche e' zeigt in der Zone ae eine deutliche Krümmung nach aussen, aber ohne scharfen Reflex (vergl. Fig. 12):

	Beobachtet	Gerechn. (triclin)
$-b : e' =$	76°22′	76° 3′
$e' : -\bar{e}' =$	1 40	1 10
$e' : p' =$	30 10	30 30
$-\bar{e}' : p' =$	31 50	31 40

Die rechte Hälfte zeigt Juxtaposition nach a; die linke Hälfte des Krystalls ist durch Zwillingslamellen parallel der Zone ac (gewöhnliche Juxtaposition) gestreift.

Um die morphologischen Verhältnisse bei der Juxtaposition nach a deutlich sichtbar zu machen, habe ich Fig. 12a schematisch construirt. Diese enthält zugleich alle am Brochantit von Rezbanya, Typus I, vorkommenden Flächen.

Krystall 21, 1 Millim. gross, plattenförmig (Fig. 13). Die Flächen der Prismenzone sind mit wenigen Ausnahmen für

[1] Vergl. §. 9, p. 28 Mitte, Nr. XXXIII.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

genaue Messungenu ntauglich. Die Flächen $e' - \bar{e}'$ bilden in der Zone ae einen ausspringenden Winkel in Folge der Juxtaposition nach $a(100)$. Die rechte Hälfte gehört dem normalen Individuum an, während die linke Hälfte aus drei Lamellen zusammengesetzt sein muss.

	Beobachtet	Gerechnet
$r' =$	$-1°30'$	$-1°21'6$
$r =$	0	0
$\bar{m} =$	19 50	19 42·1
$-\bar{\pi} =$	0	0
$e' =$	29 30	29 38
$-\bar{e}' =$	31 12	30 48
$p' =$	61 20	61 18
$-\bar{\pi}\bar{m} =$	58 20	58 24
$e\bar{m} =$	98 13	98 21·3

Der ausspringende Winkel $e' - \bar{e}'$ erlaubt, die Bedeutung der erhaltenen Messungen sicherzustellen. In manchen anderen Fällen ist ein solcher ausspringender Winkel nicht vorhanden. Dies geschieht, wenn eine Lamelle von e oder e' lang entwickelt ist, während die zweite gegen dieselbe zurücktritt. In einem solchen Falle scheint der Krystall einfach zu sein, und ein ganz anderes (monoclines) Parametersystem zu haben.

Ein Beispiel für complicirte Zwillingsbildung nach mehrfachen Gesetzen liefert Krystall 20 (vergl. Fig. 14).

Derselbe ist $1^1/_2$ Millim. gross und an seinem Obertheile vollflächig entwickelt. Die gemessenen Winkeln für die Flächen f, φ stimmen mit den aus den Indices folgenden Werthen [1]. Die Winkel für die Prismenzone gebe ich (um Repetitionen zu vermeiden) im nachfolgenden Paragraphe. Die rechte Hälfte zeigt auf e mehrere Zwillingsstreifen, auch in der Zone be einen einspringenden Winkel. Die Pyramiden der rechten Seite sind unvollkommen entwickelt, schärfer messbar jene der linken Hälfte (vergl. Projection, Fig. 1).

---

[1] Die Flächen f, φ sind fast an jedem Brochantit von Rezbanya, Typus I, als secundäre Nebenflächen der Pyramide $p\pi$ vorhanden.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

	Beobachtet	Gerechn. (triclin)
$-p' =$	0°	0°
$e' =$	31 28'	31 40'
$-\bar{\pi} =$	61 18	61 18
$b : -\bar{p}' =$	−78 48	−78 35·5
$-m : -\bar{p}' =$	73 30	73 34·5
$\bar{m} : -\bar{\pi} =$	58 18	58 24
$-r' : -\bar{p}' =$	83 20	83 38

Hieraus ersieht man, dass die scheinbar ganz einfache, zusammengehörende, Zone $\bar{p}'\, e'\, \bar{\pi}$ ebenfalls durch Zwillingsbildung und zwar durch Juxtaposition parallel a gestört sein muss. e' gehört dem normalen Individuum an, gegen welches die Zwillingslamelle von $-\bar{e}'$ verkümmert entwickelt ist und daher der Beobachtung sich entzieht. Die Verhältnisse der Domenzone sind im Nachfolgenden noch genauer discutirt.

§. 3. Verschleierte Zwillinge. Fragliche Zwillinge nach *c*.

Die Winkel in der Prismen- und Domenzone des eben besprochenen Krystalls 20 erfordern zu ihrer Erklärung eine genaue Bestimmung der einzelnen Zwillingslamellen (vergl. Fig. 14). Aus zahlreichen Lamellen muss der Krystall zusammengesetzt sein, denn fast jede grössere Fläche gibt mehrfache Reflexe:

	Beobachtet	Gerechn. (triclin)
$-r' =$	0°	0°
$-m' =$	19 4'	19 4
$-m =$	96 circa	95 4
$-b =$	148 circa	147 39·7
$r =$	178 25	178 36·2
$r' =$	179 48	180
$* \bar{m}'_c =$	197 30	197 9
$\bar{m}_a =$	198 35	198 20·5
$m' =$	198 52	199 4
$\bar{m}' =$	274 34	274 20·3
$m =$	275 15	275 4
$be =$	76 35	76 18
$* b\bar{e}'_c =$	76 5	76 3
$* m'\bar{e}'_c =$	98 45	98 57
$m'e =$	98 1	98 12
$-r' : -\bar{e}' =$	100 40	101 17·5

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Die mit * bezeichneten Winkel sind nur dann verständlich, wenn man sie von einer Zwillingsbildung nach $c(001)$ mit Juxtaposition nach $b(010)$ ableitet. Für $\bar{m}'_c$ muss $\bar{b}_a$ als Juxtapositionsfläche angenommen werden [1]. Die Winkel für $b\bar{m}'_c$ und $b\bar{e}'_c$ liessen sich wohl auch von einer Zwillingsbildung nach $b(010)$ selbst ableiten. Mit letzterer ist jedoch der Winkel $m'\bar{e}'_c$ nicht in Einklang zu bringen. — Zwischen e und $\bar{e}'_c$ ist ein einspringender Winkel schon mit freiem Auge in der Zone be wahrnehmbar. Die einfache Zwillingsbildung nach $a(100)$ vermag einen solchen nicht zu erklären. Ebenso ist es aber auch unmöglich, mit Zugrundelegung eines anderen Zwillingsgesetzes den lamellaren Bau dieser Brochantite zu entziffern.

Die Messungen an den Brochantiten erlauben nämlich anzunehmen, je nach den Zonen, in denen sie geschehen,

für die Zone ab Zwillinge nach a oder nach Axe Y;
„ „ „ ae „ „ a, aber nicht nach Y;
„ „ „ be „ „ e (mit Juxtaposition nach b) oder nach Axe Y (letzteres fraglich).

Die Beobachtungen lehren ferner [2] die Existenz von verschleierten Zwillingen, bei welchen das Hauptgesetz wohl die Gestalt bestimmt, aber Lamellen nach einem secundären Gesetze eingeschaltet sind. Nur durch die Annahme einer solchen combinirten Zwillingsbildung vermag man die Formen des Brochantit zu erklären. Hauptgesetz der Zwillingsbildung ist: „Drehungsaxe „senkrecht auf $a(100)$; secundäre Zwillingsaxe ist dann die Nor„male auf $c(001)$. Die Juxtaposition erfolgt im ersten Falle parai-

[1] Auch die Brochantite Varietät a führten zu demselben Gesetz: Nr. XXXIII, §. 10, p. 29, Discussion des Krystalls 10.

[2] Bei Albit lassen meine Messungen auch die Existenz solcher verschleierter Zwillinge erkennen. Dieselben bestehen aus einem primären Zwillinge nach (010), welcher Zwillingslamellen nach 100 (mit Drehungsaxe senkrecht auf $\bar{a}$) interponirt enthält. Es können manche scheinbar unregelmässige Winkel der Prismenzone (Messungen: Rose, Neumann, Rath) Folge solcher versteckter Zwillingsformen sein. Ich gedenke einige Notizen in einer späteren Reihe zu veröffentlichen.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

„lel der Zone *ac* oder der Fläche *a* selbst; im zweiten Falle [1] ist „die Fläche *b* Juxtapositionsfläche."

Es wäre nicht unmöglich, statt den Normalen auf die Flächen, die Krystallaxen *XYZ* selbst als Drehungsaxen annehmen zu wollen. Wie ich schon p. 27 u. 37 erwähnt, liefert eine solche Annahme für manche Fälle vollkommen richtige Resultate. Alle bisher gemachten Beobachtungen durch sie zu erklären, gelingt jedoch nicht. Nur die obigen zwei Gesetze für die Zwillingsbildung des Brochantit genügen vorläufig [2] den Beobachtungen.

§. 4. Vergleich der morphologischen Verhältnisse von Varietät *b* mit Varietät *a*. Präcision der Parameterbestimmung für den Typus I.

Die Mehrzahl aller, an den Brochantitkrystallen dieser lichtgrünen Varietät *b* gemachten Messungen stimmt weit innerhalb der Fehlergrenzen mit den für die schwarze Varietät *a* geltenden Zahlen überein. Die Vergleichung der beobachteten und gerechneten Zahlenreihen in den §§. 2—3 gibt keinen Grund, für die lichte Varietät *b* ein besonderes Parametersystem zu berechnen. Geringe Differenzen scheinen nur in den Axenwinkeln ξ, η vorzukommen; doch diese nicht direct beobachteten Winkel sind ja auch für Varietät *a* nur aus sehr wenigen Messungen (daher vielleicht etwas ungenau) ableitbar gewesen. Überhaupt treten bei dieser Varietät, genau so wie bei der früher besprochenen, gerade die grössten Variationen in der Zone *bee'* auf.

Die Zwillingsgesetze sind ebenfalls für beide Varietäten gleich; die plagioklastische Bildung tritt bei der lichten Varietät deutlicher hervor.

Der Unterschied der paragenetischen Bildung hat deshalb auf die morphologischen Werthe geringen Einfluss genommen. Seinen grössten Einfluss hat er auf die Färbung gehabt. Ob

---

[1] Der in vorhergehender Nummer p. 37 beschriebene Zwilling nach *b*(010) kann auch als Zwilling nach *c*(001) angenommen werden, da keine Domen messbar waren.

[2] Wibel beobachtete am künstlichen Brochantit Kreuzzwillinge (ähnlich Harmotom); ich konnte an Brochantiten dieses Typus I keine so gearteten Zwillinge finden.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

zufällige Beimengungen von Blei, oder grösserer Wassergehalt vorhanden, muss noch als zweifelhaft angesehen werden. Die chemische Constitution beider Varietäten ist nur unvollkommen bekannt.

Nachdem durch diese Erwägungen für beide Varietäten des Brochantit von Rezbanya, Typus I, Gleichheit der Form innerhalb enger Grenzen sichergestellt ist, erlaubt eine Zusammenstellung von Messung und Rechnung die Präcision [1] zu ermitteln, welche dem trielinen Parametersystem von Typus I, Var. *a* gegenüber einem hypothetischen monoclinen oder prismatischen Axenverhältniss zukommt.

Kryst. Nr.	$4g_1$ Gew.	Fläche	beob.	ger.: (tricl.)	(monocl.)	(prismat.)
110	¼	$r'm'$	19° 0'	19° 4'	19°23'8	19°23'
1	¼	„	19 9	„	„	„
5	4	„	19 3	„	„	„
20	¼	„	19 4	„	„	„
1	⅑	rm	19 58	19 42'5"	19 23·2	19 23
1	¼	mm'	75 43	76 0	75 5'·5	75 56
5	4	„	76 0	„	„	„
10	1	„	—76 2	„	„	„
4	1	rr'	—65 12	65 13 55	65 20	65 18
110	¼	bm	—52 45	52 35 50	52 3·3	52 2
5	⅑	bm'	51 41	51 24 10	„	„
21	1	$rr^1{}_a$	1 30	1 21 45	0	0
20	1	„	1 23	„	0	0
21	1	$m\bar{m}_a$	0 45	0 43 45	0	0
20	1	„	0 45	„	0	0
4	1	rr'_b	0 31	0 33 45	0	0
4	1	$r'\bar{r}'_b$	—64 51	—64 40 20	65 20	65 18
4	1	$r\bar{r}_b$	—65 43	—65 47 30	65 20	65 18
1	1	mp	58 11	58 7	$\pi =$ 58 13·5	57 56·6
5	1	rp	63 38	63 36	„ 63 36·8	63 23
5	1	$m'p$	73 48	73 45 30	„ 73 50·5	73 33·6
1	⅑	„	74 5	„	„	„

[1] Vergl. Nr. XLI, p. 85). Dem Ausbildungsfehler $\pm\Delta = 1'; 2'; 4'; 6; 10$ entspricht $4g_1 = 4 : 1 : ¼ : ⅑ : 1/25$: d. h. das Gewicht für $\pm\Delta = 1$ ist auch $= 1$ gesetzt.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Kryst. Nr.	$4g_1$ Gew.	Fläche	beob.	ger.: (tricl.)	(monocl.)	(prismat.)
5	1	$r'p$	83 42	83 43·5	„ 83 57	83 45
1	¼	„	83 51	„	„	„
2	¼	$m'p'$	57 45	57 40	$p = 57\ 39{\cdot}5$	57 56·3
Mittl. Gewicht einer Beob.				$^{602}/_{956}$	$^{602}/_{49432}$	$^{602}/_{49564}$
Mittl. Fehler [1] aus dem mittl. Gewicht gerechnet für eine Beob. der betreffenden Reihe				0'575	4'129	4'134
Relative Präcision des Resultates .				0·8305	0·1155	0·1153

Die obigen Zahlencolumnen zeigen, dass die Differenzen zwischen den Beobachtungen und den monoclin oder prismatisch angenommenen Winkeln in einzelnen Fällen nicht gross sind. Dies erklärt auch die bisherige Hypothese: dass Brochantit prismatisch krystallisirt.

Die Präcision für die Hypothese eines triclinen Parametersystems ist aber achtfach grösser, als für die anderen Annahmen. Hiedurch ist das Axenverhältniss des Brochantit, Typus I, von Rezbanya definitiv bestimmt. Die Varietäten *a* und *b* stimmen innerhalb der zulässigen Beobachtungsfehler mit einander überein.

§. 5. Optische Verhältnisse.

Die leichte Spaltbarkeit des Brochantit parallel *b* (010) liefert unmittelbar passende Platten zu stauroskopischen Beobachtungen. Den krystallographischen Messungen sollte — aller Wahrscheinlichkeit nach [2] — eine asymmetrische Lage der Hauptschwingungsebene entsprechen. Die Beobachtungen ergaben jedoch, dass (in der zu *b* parallelen Ebene) die Hauptschwingungen nahe parallel den Krystallaxen *XZ* erfolgen [3]. Es

---

[1] Wären alle Gewichte gleich 1 gesetzt, so wäre der mittlere Fehler der 1. Reihe = 1'01.

[2] Bei einer geringen Anzahl monocliner Substanzen sind die Hauptschwingungsrichtungen parallel scheinbar prismatischen Axen: z. B. Brookit, Kaluszit, Lutcocobaltchlorid.

[3] Der Winkel der triclinen Krystallaxen *XZ* weicht nur ½° von dem rechten Winkel prismatischer Axen ab. Bei so kleinen, unter dem

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

ist dies eine optische Symmetrie, auf Grund welcher man die Hypothese eines prismatischen Krystallsystems aufrecht erhalten könnte.

Diese stauroskopischen Beobachtungen verlieren jedoch viel von ihrem Gewichte, wenn man sich an die Zwillingsbildung des Brochantit erinnert. Die plagioklastische Bildung mit Zwillingen nach *a* (100) ist vorherrschend. Diese Zwillinge müssen aber im Stauroscop ein fixes (Kobell-)Kreuz zeigen, weil die Wirkungen zweier auf einander folgender Lamellen sich immer neutralisiren, und die resultirende Schwingungsrichtung parallel der Axe *Z* sein muss.

Da meine Versuche bisher scheiterten, eine wirklich durch Messung als homogen constatirte Platte für die optische Untersuchung verwenden zu können, so sind zwei Fälle möglich: 1. der Brochantit zeigt die Erscheinung des fixen Kreuzes, oder 2. die Hauptschwingungen sind in der Ebene *b* (010) den Axen *XZ* parallel.

Der Austritt optischer Axen konnte nicht beobachtet werden.

XXXV. Brochantite von Russland und Cornwall; Typus I.

§. 1. Brochantit von Gumeschefsk und die Varietät *a* von Nischne-Tagilsk.

Unter den Brochantiten zahlreicher Fundorte sind die Krystalle vom Ural die am längsten bekannten. Sie sind auch die einzigen, für welche bisher krystallographische Bestimmungen vorlagen. Mit Rücksicht auf die in der vorhergehenden Nummer enthaltenen Winkeln ist es möglich, sie den Krystallen von Rezbanya anzuschliessen.

Durch Rose und Koksch arow sind die paragenetischen Verhältnisse, unter welchen diese Brochantitkrystalle vorkom-

---

Mikroskop gemessenen Platten ist die Genauigkeit der stauroscopischen Beobachtungen nur $\pm 1°$, daher eine etwaige geringe Differenz nicht merkbar, aber auch unwesentlich.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

men, bestimmt worden. Nach letzterem Autor führe ich die Paragenese an. Meine Beobachtungen stimmen hiermit überein.

In der Kupfergrube Gumeschefsk findet sich der Brochantit in kleinen smaragdgrünen glänzenden Krystallen, die auf kleinen derben Partien und auf Rothkupfererz aufgewachsen sind. Sie sind gewöhnlich zu Drusen vereinigt, bekleiden die Wände der Höhlungen des Gesteins und kommen im Allgemeinen sehr selten vor. Die grössten Brochantitkrystalle haben ungefähr 5 Millim. in der Richtung der Verticalaxe und ungefähr 3—4 Millim. in der Richtung der Makrodiagonalen.

In der Kupfergrube Nische-Tagilsk kommt der Brochantit krystallisirt auf Rothkupfererz vor. Die Krystallflächen [1] bieten dieselben (nach Koksch arow) Eigenschaften dar, wie die von der vorhergehenden Localität. Die Krystalle selbst sind bisweilen tafelförmig, und kommen auch vereinzelt, sowie mit kleinen nadelförmigen Malachit vermischt vor.

Nach Rose ist die Härte 3·5 und die Dichte 3·9069.

Die Form dieser russischen Brochantite ist mit der einfachsten Gestalt der Krystalle von Rezbanya ident. Beobachtet wurde sowohl von Rose und Koksch arow als auch von mir die Flächen $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $\infty\breve{P}2$, $\breve{P}\infty$. Diesen entsprechen die Buchstaben *b*, *m*, *r*, *e* (Schrauf) (vergl. Fig. 8). Die Flächen (*m*) und (*r*) sind immer stark, die Flächen (*b*) schwach gestreift; blos in seltenen Fällen kommen (nach Koksch arow) diese Flächen ohne Streifungen vor. Die Flächen (*e*) sind ihrerseits fast immer mehr oder weniger gewölbt. Aus allen diesen Ursachen hat schon Koksch arow die Schwierigkeiten genauer Messungen hervorgehoben.

Der Mangel von Pyramidenflächen an diesen russischen Krystallen hinderte die oben genannten Forscher jedenfalls an einer detaillirten Erforschung des Krystallsystems. Sie betrachten die Krystalle als prismatisch, und zwar mit einigem Rechte, da sich die gemessenen Winkel ziemlich gut mit diesem Systeme vereinen lassen [2]. Bekanntlich imitiren ja die Zwillinge der asymmetrischen Systeme durchweg die Form prismatischer Krystalle. Eine Entscheidung wird dann schwierig, wenn nicht alle

---

[1] Eine andere Varietät *b* von Nischne-Tagilsk wird von mir unter Typus III beschrieben.

[2] Vergl. die Gegenüberstellung der Winkel auch in der vorhergehenden Nummer, p. 39.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Winkel Eines Krystalls, sondern die Winkel mehrerer Krystalle — wie dies Kokscharow versuchte — combinirt werden.

Trotzdem unterscheiden sich die Angaben Rose's und Kokscharow's in einzelnen Winkeln. Ihre Differenzen erklärt jedoch ein Vergleich mit den von mir angegebenen (triclinen) Winkeln:

Gemessen:	Kokscharow	Rose	Gerechn. (triclin) Schrauf	
$\infty\dot{P}\infty$: $\dot{P}\infty$		75°56'	$be' =$	76° 3'
$\infty\dot{P}\infty$: $\dot{P}\infty$	76°18'45"		$be =$	76 18
∞P : ∞P	75 26		$m'\bar{m}'_a =$	75 16·3
∞P : ∞P		75 50	$mm' =$	76 0
$\infty\dot{P}\infty$: $\infty\dot{P}2$	32 52		$br =$	32 53·7
$\infty\dot{P}2$: $\dot{P}\infty$	78 32 2		$re' =$	−78 31
			$r'_a e =$	−78 30·5

Berücksichtigt man, dass Zwillingscombinationen und Streifungen auch hier vorhanden sind; so ist die Übereinstimmung zwischen den beobachteten und gerechneten (triclin, Typus I) Winkeln genügend. Meine Messungen an unvollkommen glänzenden Krystallen von Gumeschefsk führten zu ähnlichen Resultaten. Man darf daher mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass die Brochantite von Gumeschefsk gleiches morphologisches Parametersystem wie die Brochantite, Typus I, von Rezbanya haben.

Die obige Vergleichstabelle lässt auch die Differenzen zwischen den Messungen Rose's und Kokscharow's in anderem Lichte erscheinen. Es sind nicht Beobachtungsfehler, die hier ins Spiel treten, sondern wahrscheinlich Messungen an verschiedenen Zwillingskanten, die naturgemäss differiren. So stimmt die Messung Rose's mit unserem e', während Kokscharow unseren Winkel be angibt. Aus dem Winkel ee =27°12' Kokscharow's liesse sich schliessen, dass auch ihm Zwillinge nach $c(001)$ (vergl. p. 29) vorgelegen sind. Die Messungen des Prisma zeigen deutlich das Vorkommen von Zwillingen nach a.

Diese russischen Brochantite sind daher denjenigen von Rezbanya (Var. a und b) in ihrem morphologischen Baue ähnlich.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

§. 2. Brochantite von Redruth, Cornwall.

Die Messungen, welche ich an Brochantitkrystallen von Redruth anstellen konnte, sind nur annähernde Bestimmungen. Der Habitus der Krystalle dieses Fundortes ist dem der Brochantite von Rezbanya ähnlich. Ich betrachte daher diese Brochantite von Redruth als Varietäten des I. Typus.

Vorgelegen sind mir Handstücke dieses Fundortes, welche nicht blos verschiedene Paragenesis, sondern auch verschiedene Formen zeigen [1].

a) Das Handstück H.-M.-C. I/1234 (1849) wird gebildet durch einen unregelmässigen Brocken von Chrysocolla. Auf demselben sitzt eine Kruste wirr durcheinandergewachsener Brochantitkrystalle. In den Zwischenräumen der Krystallgruppen sind geringe Reste eines Ziegelerzes wahrnehmbar. Die Krystalle haben den gewöhnlichen Habitus mit den Flächen *bme*. Sie sind matt, sehr stark gestreift, die Spaltungsfläche *b* deutlich sichtbar; Pyramidenflächen nicht beobachtet. Ihre Grösse ist circa 2 Millim. Die Farbe ist dunkel graugrün bis grün, ähnlich der Farbe der Varietät *b* von Rezbanya.

b) Etwas verschiedene Paragenesis gegen die eben beschriebene zeigt das zweite Handstück dieser Localität (H.-M.-C. II/1025 [1849]). Die Form des Handstückes gleicht dem Ende eines Stalaktiten. Das kleine Stück ist ringsum dicht mit Brochantit besetzt, deren Abstände mit Ziegelerz ausgefüllt sind. Graugrüner Malachit bildet eine kleine seitliche Partie.

Die Krystalle an dem Handstücke *b* sind schwärzlich grün und glänzend; ihre Form ist der Mehrzahl nach einfach. Die Spaltungsfläche *b* ist deutlich sichtbar, *m* sehr stark gestreift, *e* ganz unregelmässig krumm. Die Krystalle sind 2—3 Millim. gross und oft plattenförmig entwickelt. Einzelne ungewöhnliche Combinationen und Zwillingsformen sind an diesem Handstücke (Krystall 6 und 8) beobachtet worden.

Die Messungen sind an einzelnen Krystallen theils mit einem einfachen Wollaston'schen Goniometer, theils mit dem vollkommen adjustirten Reflexionsgoniometer (2 Fernrohre) mehrmals repetirt worden. Die Flächenreflexe sind aber so undeutlich, dass sie nur benützt werden können, um die Indices sicherzustellen. Zur Rechnung eines Parametersystems sind dieselben untauglich, umsomehr, da neue Flächen vorliegen.

---

[1] Über die Handstücke, welche Brochantit mit Langit zeigen, vergl. Note 1, p. 58.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Zur Ermittlung der Flächensymbole benütze ich nicht die Zahlen des triclinen Systems, sondern die Winkel der monoclinen Tabelle, welche zur Indexbestimmung genügend genau ist (vergl. Projection, Fig. 2).

Krystall 6. Von diesem $1^1/_2$ Millim. grossen Krystalle ist der obere vordere Theil entwickelt. Neben den Flächen *b*, *m*, *e* treten die neuen gekrümmten Pyramidenflächen *t*, *o* auf (vergl. Fig. 15).

	Beobachtet		Gerechn. (monocl.)
$bm =$	$52^1/_2°$	$bm =$	52° 3'2
$ee =$	26	$ee =$	27 10
$bt =$	66	$bt =$	68 37·5
$mt =$	$32^1/_2$	$mt =$	32 37·5
$te =$	$57^1/_2$	$et =$	54 26·8
$oo' =$	26	$oo' =$	26 4
$eo =$	18	$oe =$	16 43
$mt' =$	$62^1/_2$	$mt' =$	66 48

Obgleich die Übereinstimmung dieser beiden Zahlenreihen nicht gut ist, so können doch vorläufig die (monoclinen) Indices

$$t = 532 = \tfrac{5}{2}P\tfrac{5}{3} \qquad o = 112 = \tfrac{1}{2}P$$

angenommen werden. Natürlich entscheiden die obigen Messungen weder über die Lage der Pyramide in positiven oder negativen Quadranten, noch über die Realität eines monoclinen oder triclinen Parametersystems.

Krystall 8, Zwilling. Derselbe ist plattenförmig; sein Obertheil ist entwickelt, der Untertheil war aufgewachsen. Die Gestalt wird durch die Flächen *b* und *m* dominirt. Scheinbar begrenzt den oberen Theil ein nach der Mitte zu einwärts gekrümmtes Flächenpaar *e*. Genauere Untersuchung lässt jedoch eine Zwillingsbildung [1] mit Juxtaposition parallel *a* erkennen. Der einspringende Winkel hat beträchtlichen Werth. Derselbe ist von Pyramidenflächen gebildet, welche hornartig das vordere und hintere Ende der Kante *m*/*m* überhöhen (vergl. Fig. 16).

---

[1] Vergl. die Zwillinge von Rezbanya mit ausspringendem $e'\bar{e}$, p. 34.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Beobachtet		Gerechn. (monocl.)	
$\bar{\sigma}'m =$	78°	$\sigma m =$	77°34'
$\sigma\bar{m} =$	77		
$\sigma m =$	97	$\sigma'm =$	94 81½
$\bar{\sigma}\bar{m}' =$	98		
$\bar{\sigma}'\bar{m} =$	96		
$b\sigma =$	77	$b\sigma =$	76 29
$\sigma\bar{\sigma}' =$	13	$\sigma:\bar{\sigma}' =$	10 26
$\sigma:\sigma' =$	25	$\sigma:\sigma' =$	29 27

Obgleich der (monocline) Index $\sigma = \bar{1}36 = \frac{1}{2}P3$ der Beobachtung nicht vollkommen genügt, so ist es doch vergeblich, auf Grund der schwankenden Messungen genauere Indices ableiten zu wollen.

Der vorliegende Krystall dient aber jedenfalls zum Beweise, dass Zwillings- und Juxtapositionsbildung nach a (100) beim Brochantit verschiedener Localitäten auftritt. Ob der vorliegende Krystall ein Vierlingskrystall, ob positiven oder negativen Quadranten die Pyramidenflächen angehören, darüber verweigert die Krümmung der Flächen jede Bestimmung.

Auf trockenem Wege habe ich den CuO-Gehalt zu bestimmen gesucht. Die angewendete Menge von 0·0058 Milligr. wog nach intensivem Glühen 0·0041, entsprechend einem CuO-Gehalte von 70·6 Proc. Da an den angewendeten Fragmenten kleine Ziegelerzpartikelchen untrennbar anhafteten, dieselben aber beim Glühen nicht gleichen procentualen Gewichtsverlust wie Brochantit erleiden, so entspricht eigentlich dem Gesammtverlust ein etwas geringerer CuO-Gehalt des Brochantit als 70·6 Proc. Meiner Schätzung des Gewichtes des beigemengten Ziegelerzes, etwa 3 Proc., nach, entfiele etwa auf den Brochantit dieser Localität ein CuO-Gehalt von 69·9 Proc. CuO. Diese Zahl mag die untere, die frühere die obere Grenze dieser Bestimmung sein.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

XXXVI. Anhang zu Brochantit, Typus I. Unvollkommen bestimmte Mineralien diverser Fundorte: Nassau, Island, Mexiko, Chili, Arizona, Siränowsk, Saszka, Neu-Südwales, Cumberland, Zellerfeld — und künstlich erzeugte Substanzen.

§. 1. Unvollkommen bestimmte Brochantit-Varietäten diverser Fundorte.

Die zum Brochantit im weitesten Sinne gehörenden Mineralien und künstlichen Substanzen sind vielfachen Analysen unterworfen worden. Die Resultate der letzteren sind jedoch nur für wenige Vorkommnisse ident; sie variiren für die Mehrzahl innerhalb enger Grenzen [1]. Man könnte deshalb vermuthen, dass auch die morphologischen Verhältnisse sich von Fall zu Fall ändern. Allein die Thatsache, dass diese Kupfererze einer grösseren isomorphen Gruppe angehören, dass ferner Brochantit mit Atacamit in einer Zone, mit Malachit für alle Winkel annähernd formähnlich ist, hindert solche Unterscheidungen. Nur durch genaue Messungen könnten eventuelle Differenzen nachgewiesen werden. Die Mehrzahl aber von allen diesen Mineralien oder Substanzen wurde in höchst unvollkommenen Krystallen beobachtet. Nur einzelne Fälle zeigten die einfachsten Formen des Brochantit Typus I. Letzteres mag rechtfertigen, dass auch ich die bekannten Varietäten und Subspecies hier als Anhang zu Brochantit Typus I, zusammenfasse.

Ich gebe im Nachfolgenden die Paragenesis der einzelnen Vorkommnisse, so weit dieselbe mir entweder durch eigene Beobachtung oder durch die Literatur bekannt ist; letzteres um ein möglichst vollkommenes Bild der Gesammtgruppe zu bieten.

Die Anordnung ist mit Rücksichtnahme auf den Wassergehalt der Substanz erfolgt. Die ähnlichsten Glieder folgen deshalb auf einander.

a) Brochantit von Nassau. Über den Fundort gibt Sandberger l. c. genauen Nachweis: Zwischen Obernhof und Nassau an der

[1] Vergl. hierüber die Discussion der chemischen Resultate in Nr. XL, p. 77—79.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Lahn setzen Gangtrümmer durch die schieferigen Schichten des Spiriferensandsteines, welche die Fortsetzung des berühmten Holzappel-Gangzuges bilden, dessen Erzreichthum bereits seit Jahrhunderten durch den Bergbau ausgebeutet wird. Diese Trümmer bestehen aus weissem Fettquarze, in welchem Kupferkies und Bleiglanz, theils isolirt, theils mit einander gemengt, und Eisenspath vorkommen. Am Ausgehenden finden sich dann die Producte der Zersetzung dieser Körper. Die Brochantite dieses Fundortes hat zuerst Sandberger untersucht.

Ein mir von diesem Fundorte vorliegendes Handstück besteht aus einer Schwarte von Schiefer, welche an beiden Seiten theilweise Brochantit trägt. Dieser Brochantit kommt hier in dünnen, $1\frac{1}{2}$ Millim. dicken Krusten vor. Letztere bestehen aus eng aneinander gereihten kleinen undeutlichen Krystallen, welche schön grün, aber matt glänzend sind und die Flächen *b*, *m*, *r*, also die gewöhnliche säulenförmige Brochantitform erkennen lassen. Einzelne Krystalle bilden auch gesondert Pünktchen auf dem Schiefer, gleich als wäre jeder Tropfen in situ erstarrt. Begleitende Mineralien sind nicht vorhanden. Die Unterlage des Brochantit selbst bildet Kupferschwärze, mit Brauneisen gemengt, ochrig und mit kleinkugeliger Oberfläche.

Dieses Handstück (H.-M.-C. 1859) kennzeichnet (wie aus Folgendem erhellt) nicht die allgemeine Bildung des Brochantits an diesem Fundorte, sondern nur einen speciellen Fall, wo die ablaufende Brochantitlösung zur Krystallisation am Nebengestein gelangte. Über die ursprüngliche Bildung des Brochantit an diesem Fundorte bemerkte Sandberger: Ausser dem Eisenspath wird auch Bleiglanz und Kupferkies (der oben erwähnten Gangtrümmer) in neue Körper umgewandelt. So erscheint fast jedes Trümmchen, in welchem Kupferkies und Bleiglanz gemeinschaftlich vorkommen, von einer himmelblauen fettglänzenden Rinde aus Linarit eingefasst. Auf diesem Linarit oder auf dünnen Partien von Brauneisen oder Aragonit sitzt dann smaragdgrüner Brochantit in strahligen seidenglänzenden Aggregaten oder seltener in glasglänzenden kleinen Krystallen.

Es zeigt somit auch der Brochantit dieses Fundortes, ähnlich dem von Rezbanya, die innigsten Beziehungen zu Linarit; die Bildung beider Mineralien erfolgte mit Hilfe der oxydischen oder kohlensäurehaltigen Substanzen aus dem Zersetzungsproducte — Kupfervitriolwasser — des Kupferkieses und Bleiglanzes.

Die Analyse dieses Brochantit ergab nach Risse (in der Abhandlung von Sandberger l. c.):

67·8	CuO	$= 7\,CuO$
19·0	SO_3	$= 2\,SO_3$
13·2	H_2O	$= 6\,H_2O$

Eine ähnliche Zusammensetzung besitzt — wie schon Sandberger hervorgehoben hat — der Brochantit von Island.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

b) Brochantit von Island: Krisuvigit. Der unter dem Namen „Krisuvigit" bekannte Brochantit von Island ist von tiefgrüner Farbe. Er bildet, nach dem mir vorliegenden Handstück (H.-M.-C. 1872) zu urtheilen, ganz dünne krystallinische Krusten auf verwitterter Lava [1]. Die Krusten bestehen aus verwachsenen sehr kleinen Kryställchen, deren säulenförmige Form nur undeutlich hervortritt. Diese Varietät war von Forchhammer untersucht und Krisuvigit benannt worden. Über den Fundort entnehme ich folgende Notizen seiner Untersuchung: Die Krisuvigit genannte Brochantit-Varietät kommt als ein mehr oder minder mächtiges Lager auf mehreren von Schwefelsäure zerstörten Lavalagern in der Nähe von Krisuvig vor. Da auf den Faröer-Inseln der älteste Trapp an mehreren Stellen gediegenes Kupfer enthält, so ist es möglich, dass auch in dem isländischen Systeme auf ähnliche Weise Kupfer vorhanden ist. Letzteres kann dann in die Ganglava beim Schmelzen übergegangen und später vom Schwefel angegriffen worden sein. Nach Forchhammer kommt als Begleiter des Brochantit Covellin vor, welcher aus diesen Kupfererzen durch Einwirkung des Schwefelwasserstoffes entstanden sein mag.

Die Analyse Forchhammer's ergab:

$CuO = 67{\cdot}75$	$= 7\ CuO$
$SO_3 = 18{\cdot}88$	$= 2\ SO_3$
$Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 0{\cdot}56$	
$H_2O = 12{\cdot}81$	$= 6\ H_2O$

Über die chemische Formel des Krisuvigit sagt Forchhammer: „Er nähert sich in seiner Zusammensetzung sehr dem Brochantit; aber während der Brochantit nach der Formel $SO^3CuO3+HO3+SO^3CuO15+HO15$ zusammengesetzt sei, ist dieses Mineral (Krisuvigit): $SO^35CuO15+CuO\ HO15$ und es verhält sich somit zum Brochantit, wie die Kupferlasur sich verhält zum Malachit."

Wie schon oben bemerkt, führen die Zahlen Forchhammer's zur Formel $7CuO, 2SO_3, 6H_2O$, und stimmen fast vollkommen mit den Zahlen, die (vergl. vorhergehende Seite) für den Brochantit von Nassau angegeben wurden.

---

[1] Auf den Laven des Vesuv der Ausbrüche 1855 und 1872 kommen auch in sehr dünnen Krusten angeflogen schwefelsaure Kupferoxydsalze vor. Ein mir vorliegendes Handstück von 1855 zeigt auf Lava eine kleine Partie einer derben blauen Kruste; daneben angeflogen theils gelblich grüne körnige Krusten, theils feine grünlich gelbe Nadeln. $SO_3\,CuO$ ist in denselben überwiegend.

Scacchi hat zwei Species beschrieben: 1855, Cyanochroma, blau, (CuKa) SO_4+3H_2O; 1872. Cupromagnesit (CuMg) SO_4+7H_2O, grün. Dieselben sind ihrer Zusammensetzung nach dem Kupfervitriol nahestehend.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

c) Brochantit von Chili. Die reichen Kupfergruben von Chili liefern auch einzelne Abarten des Brochantit. Die Analysen von Kobell und Field ergaben aber differente Zahlen.

α) Das von Kobell untersuchte Handstück bestand aus Brochantit, der mit weissem Thonerdesilicat durchwachsen war. Letzteres ward von Salpetersäure nicht angegriffen und konnte auf diesem Wege eliminirt werden. Der Brochantit selbst kommt in mikroskopischen körnig zusammengehäuften Krystallen, zum Theile kurzstrahlig mit einer deutlichen Spaltungsfläche vor. Er ist von lichtsmaragd- auch grasgrüner Farbe. Für den Brochantit fand Kobell

$CuO = 68{\cdot}87$	$= 7\,CuO$
$SO_3 = 19{\cdot}71$	$= 2\,SO_3$
$H_2O = 11{\cdot}42$	$= 5\,H_2O$

β) Field (l. c.) untersuchte ein ganz reines Handstück von Brochantit. Dasselbe enthielt weder erdige Bestandtheile noch Carbonate. Der Fundort war Andacollo in Chile. Die Dichte war $=3{\cdot}81$.

Die Analyse von Field ergab:

$CuO = 66{\cdot}94$	$= 8\,CuO$
$SO_3 = 16{\cdot}59$	$= 2\,SO_3$
$H_2O = 16{\cdot}47$	$= 9\,H_2O$

Field bemerkt, dass diese Zahlen sich sehr wenig von denjenigen unterscheiden, welche Berthier für den Brochantit von Mexiko (siehe später) erhalten hat. In Folge dessen wäre es möglich, dass der Fundort Mexiko selbst eine falsche Bezeichnung ist.

Hervorzuheben ist die Differenz der Zusammensetzung der zwei von Chile stammenden Stücke. Die von Kobell erhaltenen Zahlen stimmen aber vollkommen mit den von H. D. Tschermak an Brochantiten von Neu-Südwales (vergl. *g*) erhaltenen Resultaten.

d) Brochantit von Atacama.

α) Eine Varietät ward von Domeyko (l. c.) untersucht. Nach seiner Beschreibung, welche jedoch nicht vollständig ist, wäre es möglich, diese Varietät dem Brochantit, Typus III, zuzuzählen [1]. Da Domeyko keine Krystallgestalt bestimmte, so kann diese Brochantit-Varietät von Atacama vorläufig auch hier ihren Platz finden. Der Fundort dieses Brochantit ist nach Domeyko in den Bergwerken „El Cobre" gelegen, an der Grenze der Wüste Atacama. Nach Farbe und lebhaftem Glasglanz ist er dem Atacamit, durch Form und Structur dem faserigen Malachit am ähnlichsten. Der Brochantit hat nämlich faserige Structur, welche durch eine langprismatische Ausbildung, verbunden mit lamellarer Theil-

[1] Vergl. Typus III, p. 63.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

barkeit, hervorgerufen wird. Er kommt vor in Mitte eines mit Rotheisen gemengten Ganggesteines. Die Analyse führte Domeyko zu folgenden Zahlen:

CuO	68·5	70·2	17 CuO
SO_3	15·8	16·2	4 SO_3
H_2O	13·5	13·8	16 H_2O
Ganggestein	2·4		

Domeyko nimmt die einfache Formel $4CuO, SO_3, 4H_2O$ an. Den Zahlen der Analyse entsprechen aber die beigefügten Zahlen.

β) In den gewöhnlichen Atacamit-Sandproben hat Herr Dir. Tschermak (l. c.) Spuren von Schwefelsäure gefunden. Dieselbe stammt vom Brochantit. Auch eine kleine Druse von Brochantit fand sich einer solchen Sandprobe beigemengt.

c) Brochantit von Mexiko: Brongniartin. Berthier hat eine Brochantit-Varietät analysirt, welche von einem unbekannten Fundorte aus Mexiko stammte [?ob nicht von Chile; vergl. früher *c) β)*. Huot hat in seiner Mineralogie diese Varietät Brongniartin genannt. Das Muttergestein ist ein weisser feinkörniger quarzreicher Sandstein, welchem Rothkupfererz in Adern und kleinen Massen beigemengt war. In diesem Sandstein kommt der Brochantit in Körnchen und kleinen Massen vor; seine Farbe ist nach Berthier theils hellgrün wie Malachit, theils graugrün. Seine Analyse gab [1]:

CuO =	45·9	CuO = 66·2	8 CuO
SO_2 =	11·5	SO_3 = 16·6	2 SO_3
H_3O =	12·1	H_2O = 17·2	9 H_2O
Quarzgestein =	30·5		

Berthier folgert aus seiner Analyse $4CuO\,SO_3\,4H_2O$; die Zahlen seiner Analyse stimmen mit $8CuO, 2SO_3, 9H_2O$.

Bei Berthier (1832) ist zum ersten Male erwähnt, dass der Brochantit in starker Hitze sein Wasser und bei Weissglühhitze auch seine Säure verliert.

f) Brochantit von Arizona. Zu Bill Williamsfork, Arizona, kommt der Brochantit auf Rothkupfererz in Begleitung von Brauneisen Atacamit und Chrysocolla vor. Da diese begleitenden Mineralien auch in mit der Analyse nachweisbar sind, so lässt sich aus der Untersuchung von Genth kein sicherer Schluss auf die Constitution dieses Brochantits ziehen. Genth fand:

---

[1] Die Zahlen der Analyse sind in dem deutschen Abdruck (Pogg. Ann.) der Originalarbeit ungenau copirt.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

$H_2O = 14{\cdot}46$
$Cl = 0{\cdot}31$
$FeO = 0{\cdot}33$
$CuO = 67{\cdot}75$
$SO_3 = 13{\cdot}55$
$SiO_2 = 3{\cdot}60$

Aus diesen Zahlen berechnet Genth die muthmassliche Zusammensetzung seines Exemplares aus fünf Mineralien: Brochantit, Atacamit, Chrysocolla, Limonit, Cuprit; wobei er die Formel des Brochantit zu $4CuO, SO_3, 3HO$ annahm. Er bezeichnet indess seine Rechnung selbst nur als einen Versuch.

An dem Brochantite dieses Vorkommens sind durch Genth auch kleine säulenförmige Krystalle mit den Flächen (*I*, *i*-1-0) *bme* beobachtet worden. Also die gewöhnliche Brochantit-Form.

g) Brochantit von Neu-Südwales. Herr Dir. Tschermak (l. c.) hat 1865 einen smaragdgrünen Sand untersucht, welcher aus Splittern kleiner Brochantitkrystalle bestand. Durch Messung wurden die Flächen *b m* bestimmt. Die Dichte ergab sich zu 3·89. Der Sand ward bei der Novara-Reise von Sidney mitgebracht. Da Atacamit beigemengt war, so ist dessen Procentantheil aus der Analyse auszuscheiden. Nach dieser Vorsorge erhielt der oben genannte Verfasser:

$$\left.\begin{matrix} Cl = 0{\cdot}7 \\ SO_3 = 18{\cdot}5 \\ CuO = 69{\cdot}2 \\ H_2O = 11{\cdot}8 \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} SO_3 = 19{\cdot}4 \\ CuO = 69{\cdot}1 \\ H_2O = 11{\cdot}5 \end{matrix}\right.$$

Diese Zahlen stimmen vollkommen mit jenen Werthen, die Kobell für den Brochantit von Chili [vergl. früher *c)* α] angibt. Mit grösster Genauigkeit entspricht ihnen die Formel $7CuO, 2SO_3, 5H_2O$.

h) Brochantit von Cumberland. Über die Paragenesis der Brochantite von Cumberland hat Sandberger eine wichtige Notiz (l. c.) veröffentlicht. Nach diesem Autor findet sich der Brochantit mit Mimetesit, Ziegelerz und Kupferkies, aus welchen man ihn direct entstehen sieht, in den Spalten eines Quarzganges, dessen Schwerspath, in Quarzpseudomorphosen verwandelt, die Drusenräume füllt.

i) Brochantit von Siränowsk, Altai. Unter den vom Bergwerk Siränowsk bekannt gewordenen Mineralien führt Cotta l. c. auch Brochantit — mit dem Beisatze „sehr selten" — an. In den oberen Teufen bis zu 120 Lachter Tiefe kommen an dieser Localität die Metallverbindungen in der Form von Oxyden und Salzen vor; in grosser Tiefe hingegen als Schwefelverbindungen. Sie gehorchen hier dem paragenetischen Gesetze der Umwandlung der Sulphide. Im oberen Horizonte ward beobachtet: Eisenocher, Bleiocher, Galmei, Kupfergrün, Cerussit, Malachit, Kupfer-

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

lasur, Brochantit. Die Schwefelverbindungen sind Bleiglanz, Kupferglanz, Kupferkies, Eisenkies, Fahlerz und Blende.

Obgleich keine genaueren Angaben vorliegen über die paragenetischen Verhältnisse, welche den Brochantit mit seiner nächsten Umgebung verbinden, so scheint doch wegen dem Vorhandensein der Ocher und Carbonate diese Localität mit Rezbanya paragenetisch ähnlich zu sein.

k) Brochantit von Neu-Moldova[1], Orawitza und Ruszkitza (Ungarn). Die Notizen über Brochantite dieser Fundorte sind sehr wenige. Marka (J. geol. Reichsanst. 1869) gibt an: dass in Orawitza und Moldowa in drusigem Brauneisenstein mit Lasur auch Brochantit sich finde[2] Zepharovich (l. c. p. 75) gibt an (Aut.: Szaybely, Pest. Nat.-Mus.), dass Brochantitkrystalle mit Azurit und faserigem Malachit in Neu-Moldowa vorgekommen. Im Pester Nationalmuseum trägt in der That die Originaletiquette des Handstückes (Szaybely Nr. 344) die Bezeichnung: Neu-Moldowa. Bei Betrachtung des Stückes erkannte ich jedoch in Pest augenblicklich, dass der Fundort unzweifelhaft Rezbanya ist. Die bekannte Paragenese mit Linarit und Bleiocher als Muttergestein, und der Habitus der Brochantitkrystalle lässt das Exemplar als ein gewöhnliches Handstück der Varietät *b)* von Rezbanya erkennen (vergl. früher p. 32).

---

[1] Das Kupfersammterz von Moldawa (vergl. Analyse von Perey, Phil. Mag. III. Ser. vol. 36, p. 110) kann als Gemenge eines basischen Kupfersulfates mit Aluminit betrachtet werden. Ein ähnlicher Fall ist bei Devillin, welcher ein Gemenge von Langit mit Gyps ist. Die blaue Farbe des Kupfersammterzes weist auf grösseren Wassergehalt des basischen Kupfersalzes hin, als dem grünen Brochantiten zukommt. Man muss daher das Kupfersammterz — ebenso wie Devillin — vom Langit, nicht aber vom Brochantit ableiten.

[2] Das Vorkommen des Brochantit zu Moldowa wird von Peters (Leonh. J. 1861, p. 600) bezweifelt: Nach letzterem kommt zu Moldowa wohl mit Azurit und Malachit auch Gyps vor; aber dass auf allen diesen Anbrüchen beide Mineralien, der Malachit und der Limonit direct aus den Vitriolen durch Kalkcarbonat im Überschusse gefällt wurde, ist ausser allem Zweifel. Brochantit kommt daselbst gar nicht vor, wogegen in Rezbanya jedes Gypsblättchen vom Brochantit; umgekehrt der Malachit niemals vom Gyps begleitet ist."

Ich selbst habe gegen 100 zum Theile sehr grosse Schaustücke von Malachit und Azurit des Fundortes Moldowa theils in Wien, theils in Pest untersucht, auf keinem derselben Brochantit gefunden. Auch unter dem mir vorliegenden Kupfererzen von Orawitza führt nur ein einziges (57/112) einen verwitterten graugrünen Anflug, der als ein Anzeichen von Sulfatbildung gedeutet werden könnte.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Der Fundort Neu-Moldowa ist daher erst durch andere Vorkommnisse zu constatiren.

Nach Zepharovich l. c. fand sich der Brochantit auch im Bergbaue Ruszkitza bei Ruksberg. Er bildete traubige Drusen in sehr kleinen Krystallen und kleinnierige Aggregate, ward begleitet von Azurit und Hemimorphit, und kam vor in Hohlräumen einer Breccie aus Stücken von Kupferkies und Bleiglanz, die mit Kalksinter verbunden waren.

l) Brochantit von Salzburg. Peters l. c. hat aufmerksam gemacht, dass in alten salzburgischen Gruben an der Grenze von Steiermark, etwa auf der Frommer Alpe bei St. Martin im Lungau Brochantit vorgekommen sei. Nach dem ihm vorliegenden Stücke bilde der Brochantit theils traubige Drusen, theils ist er körnig eingesprengt in eine kalk- und quarzreiche Gangart. Ich sah das betreffende Handstück in der Pester Universitäts-Ladensammlung (Nr. ♀ E. 33. P.). Der Brochantit bildet graugrüne krystallinische Krusten auf weissem glimmerreichen Quarzgestein.

m) Brochantit von Saszka, Banat. Obgleich Orawitza in der Nähe von Saszka ist, so hat Marka doch ausdrücklich zwischen beiden Fundorten in Beziehung des Brochantitvorkommens unterschieden. Nur von Orawitza führt er den Brochantit an.

Mir liegen zwei paragenetisch verschiedene Handstücke des Fundortes Saszka vor, auf welchen der Brochantit theils mehr, theils minder schön entwickelt vorkommt.

Das Handstück (Hof-Min.-C. I. Hds. 1235) stammt von sehr alten Anbrüchen. Dasselbe ist schon über 70 Jahre im Besitze der Sammlung. Auf derbem Ziegelerz, welches theils Rothkupfer, theils Kiespartikeln eingesprengt enthält, sitzt oberflächlich Brochantit. Er bedeckt die grössere Fläche des Stückes mit einer $1^1/_2$ Millim. dicken Kruste. Diese ist aus dicht aneinander schliessenden Kryställchen gebildet, an welchen die Flächen *m*, *r*, *b* mit ihren charakteristischen Streifungen sich erkennen lassen. Ihre Farbe ist ein schmutziges Dunkelgrün. Die unmittelbare Unterlage der Brochantitkryställchen und die innere Seite der Brochantitkruste ist malachithältig. Auf der Rückseite des Stückes ist eine derbe Partie von Malachit eingesprengt.

Ein Handstück jüngeren Anbruches ist (Hof.-Min.-C. 1846. II. Hds. 2773), welches ursprünglich als Cuprit in Handel kam. Das kleine Handstück ist von theils derbem, theils krystallisirtem Rothkupfererz gebildet, auf welchem graugrüner zerfressener Malachit und concentrisch strahliger Malachit sitzt. Auf der Rückseite des Stückes ist aber auch eine kleine drusige, krystallinische Kruste von Brochantit vorhanden. Ähnliche Handstücke mögen in manchen Sammlungen vorkommen [1].

---

[1] Ich habe mehrmals zur qualitativen Bestimmung der SO_3 die Anwendung des Nitroprussidnatriums dem Chlorbaryum vorgezogen.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

n) Brochantit mit Linarit von Zellerfeld. Von Zellerfeld am Harze stammen die bekannten Handstücke grüngefärbten Cerussits. Die grüne Färbung wird meist dem Chrysocolla und Malachit zugeschrieben. Eine genauere Untersuchung lässt erkennen, dass hier — wie in Rezbanya — Kupfervitriolwasser den ersten Anstoss zu dieser Grünfärbung gegeben hat. Die Handstücke haben aber nur einen Werth wegen ihrer Paragenese, nicht aber wegen der undeutlich körnigen Brochantitkrusten.

Ein Handstück (Hof-Min.-C. I. Hds. 928; 1827) beschreibe ich; die übrigen gleichen demselben. Auf zerfressenem quarzigem Ganggestein, dessen Hohlräume mit Ocher gelbbraun gefärbt sind, sitzen zahlreiche lange Cerussitsäulen. Die Mehrzahl dieser Krystalle ist mit einer 1½ Millim. dicken grünen krystallinischen Kruste bedeckt. Spaltet man diese ab, so sieht man zu innerst noch eine blaue fettglänzende Hülle über dem weissen Cerussitkern. Einzelne Cerussitkrystalle sind ohne solche Kupfersalzhülle und noch weiss, andere ihnen benachbarte tragen nur die blaue Kruste. Dieser ganze Incrustirungsprocess war abhängig von dem Zuflusse der Kupferwässer und der relativen Lage der Cerussitkrystalle gegen diesen Zufluss. In den blauen und grünen Krusten lässt sich CuO und SO_3 nachweisen, die grüne Kruste gibt an manchen Exemplaren ein geringes Kieselskelett. Ähnlich wie bei Rezbanya ist hier die Linaritbildung der primäre Process, auf welche dann der Brochantit folgte. Letztere Bildung mag vielleicht durch Zufluss von kieselsäurehältigen Lösungen gestört worden sein.

Zu bemerken ist, dass andere Handstücke desselben Fundortes auf analogen Cerussitnadeln Malachit tragen (vergl. Hof-Min.-C. I. Hds. 927; 1857). Der Malachit bildet aber keine enge anliegende Kruste. Auf dem Cerussit sitzen büschelförmig die Malachitnadeln und umhüllen denselben [1]. Eine blaue Färbung des Cerussits ist hier nicht wahrnehmbar.

Während bei ersterer Bildung jedenfalls die Schwefelsäure im Überschuss vorhanden war, ist hingegen im letzteren Falle die Kupferlösung an die überschüssige Kohlensäure abgetreten worden.

o) Brochantit von Illoba, Ungarn. Der Jacobistollen bei Illoba (nächst Nagybanya, Szathmarer Comitat) lieferte neben gediegenem Kupfer noch Kupferkies, Kupferschwärze und Tetraëdrit. Im Jahre 1846 war die monatliche Ausbeute 300—400 Centner Erz. Von diesem Fundorte liegt mir ein sehr altes Handstück (1816. XXII, 7) vor. Auf bunt angelaufenem Kies sitzt graues milanitähnliches [2] Magnesia-Thonerde-

---

[1] Über diese Malachitincrustationen vergl. Hausmann Min. II, 1387; und Blum Pseudomorph. 309.

[2] Milanit, ein halloisitähnliches Mineral, meist als Begleiter der Kupfererze. Tietze, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1870, p. 589, und Schrauf in Min. Mitth. 1872, p. 56.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

hydrat. Auf diesem haben sich als jüngere Generation kleine Pyritwürfeln angesiedelt. Der grösste Theil des Stückes ist mit zerstreuten Partien einer körnigen sehr dünnen graugrünen Kupfersulfat-(Brochantit)-Kruste bedeckt [1].

p) Brochantit von Böhmen. Ein Handstück (H. M. C. 1821, XII, 18) von Kupferschwärze umschliesst 1 Centim. im Durchmesser haltende Krystallsäulen von zerhacktem Quarz. Auf der Oberfläche des Stückes sind einzelne zerstreute Partien einer grünen dünnen Kupfersulfat-(Brochantit)-Kruste. Der Fundort ist fraglich. Die Entscheidung ist zwischen Schlaggenwald oder Joachimsthal zu treffen.

§. 2. Künstliche Brochantite.

Becquerel hat zuerst versucht, durch die Einwirkung der Carbonate auf eine Kupfervitriollösung Brochantitkrystalle künstlich zu erzeugen. Er erhielt warzenförmige Incrustationen.

Die von mir angestellten Versuche hatten ähnliche Resultate. Ein Calcitspaltungsstück [2] ward in eine Kupfervitriollösung mit überschüssigem Kupfervitriol gebracht. Nach zwei Monaten hatte sich eine dünne krystallinische Kruste von Brochantit auf dem Calcit abgelagert, während an einzelnen verstreuten Partien der Oberfläche Gruppen von feinen langen Gypsnadeln entstanden. Messbare Krystalle von Brochantit erhielt ich nicht.

Wibel erhielt durch Einwirkung von Eisenoxydsilicaten auf Kupfervitriollösung bei 210° C. schön grüne, glasglänzende mikroskopische Krystalle. Ihre Zusammensetzung ist nach Wibel

$$6\,CuO,\ 2\,SO_3,\ 6\,H_2O.$$

Wibel vergleicht seine Brochantitkrystalle mit der Form der Baryte von der Auvergne; hiernach wären die Flächen mit *b*, *m*, *v* (Broch.) zu bezeichnen. An einzelnen Krystallen soll auch

---

[1] Möglicherweise stammt von diesem Fundorte jenes Handstück, welches ich in der Pester Univ.-Ladensammlung unter Nr. 2 sah. Es wird „von nordungarischem Fundorte, altes Vorkommen" bezeichnet. Dieses Exemplar zeigt sehr kleine smaragdgrüne Brochantitkrystalle krustenförmig mit Gyps auf derbem Tetraëdrit, der aderförmig in glimmerreichem Schiefer aufsitzt.

[2] Um den Process zu verlangsamen. Überdies mittlere Zimmertemperatur.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

noch ($\infty \breve{P} \infty$; $m \breve{P} \infty$) a und e(?) vorhanden gewesen sein. Die Form war theils octaëdrisch durch Zurücktreten der Pinacoidflächen, theils tafelförmig.

Hervorzuheben ist ferner noch die Angabe Wibel's: „Mehrfach schien auch eine zwillingsartige Durchwachsung zweier langprismatischer Individuen unter einem Winkel von 60° wie bei Staurolith vorzukommen."

Da $ar = 57°49'$ (monoclin) ist, so könnten Durchkreuzungszwillinge der beschriebenen Art die Fläche r (101) als Zwillingsfläche haben. Ihre Form würde ungefähr Fig. 17 darstellen.

XXXVII. Brochantite II. Typus: Warringtonit; Varietät *c* von Rezbanya; und vom Banat.

§. 1.

Die Trennung der einzelnen Varietäten der Brochantitgruppe in diverse Typen ist eine sehr missliche Frage. Es fehlen nämlich in der Mehrzahl der Fälle gerade jene Elemente: morphologische und chemische, deren Werth eine solche Trennung begründen kann. Ebenso fehlen aber auch jene Bestimmungen, auf Grund deren man die Varietäten diverser Fundorte als zu Einem Typus gehörig zusammenfassen könnte.

Die Aufstellung solcher Typen, II—IV, ist daher nur eine vorläufige, und soll die Aufmerksamkeit der Mineralogen auf die Differenzpunkte der einzelnen Varietäten lenken.

Zum zweiten Typus rechne ich den chemisch bestimmten Warringtonit und eine Varietät *c* von Rezbanya, welche wohl krystallographisch, nicht aber chemisch untersucht ward.

§. 2. Warringtonit.

Der von Maskelyne l. c. benannte und bestimmte Warringtonit fand sich auf Schieferstücken von Cornwall. Warringtonit unterscheidet sich vom Brochantit durch lichtere Farbe, Abwesenheit der Streifung und Mangel der charakteristischen Form des echten Brochantits (Typus I). Überdies fand Maske-

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

lyne für ersteren ein minderes specifisches Gewicht: $D = 3{\cdot}39$ —$3{\cdot}47$. Die Analyse gab:

$CuO = 68{\cdot}23$	$4CuO$
$SO_3 = 16{\cdot}73$	SO_3
$H_2O = 14{\cdot}64$	$4H_2O$.

Die Zahlen Pisani's weichen hievon etwas ab; allein nach Maskelyne scheint ersterer nicht vollkommen von Muttergestein befreites Material untersucht zu haben. Ich habe deshalb diese Analyse, sowie die mir im Originale nicht zugängige Analyse Warrington's übergangen.

Nach Maskelyne kommt mit dem Warringtonit noch Langit und echter Brochantit vor [1]. Der Warringtonit bildet meist gras- bis smaragdgrüne Krusten und nur selten einzelne Krystallindividuen. Die Form der letzteren hat Maskelyne ebenfalls bestimmt, doch dieselbe nicht auf die Indices von Brochantit in Miller's Mineralogy bezogen. Eine Beziehung der Maskelyne'schen Angaben auf Brochantit ist daher nur beiläufig möglich. Maskelyne gibt folgende Flächen an: eine Spaltfläche 001 (*b* Schrauf); in der Zone (001) (010) ein Prisma mit dem Winkel 28°30′ ($ee' = 27\frac{1}{2}°$ Schrauf); seltener noch eine Fläche 100 (*a* Schrauf; nur an Krystallen von Typus II beobachtet). Die übrigen auftretenden Prismen und Pyramiden waren stark gekrümmt. Maskelyne nennt die Form aus diesem Grunde: double curved wedge. Über prismatischen oder monoclinen Charakter konnte er kein Urtheil abgeben, weil die Polarisationsebene parallel den scheinbaren prismatischen Axen (sowie früher bei Brochantit, Typus I, p. 40) waren. Zwillingsstreifung auf *a* ward beobachtet.

Maskelyne betrachtet den Warringtonit als ein Übergangsstadium vom Langit zu Brochantit, indem Langit durch Er-

[1] Zwei Stücke in der Sammlung des Herrn Eggerth in Wien zeigen dieses combinirte Auftreten. Nr. 141 *a* ist Langit auf Schiefer. Mit der Langitkruste sind einzelne Partien einer grünen Brochantitgruppe verwachsen. 141 *b* zeigt ein feinblättriges Vorkommen der Kupfersulfate. Die obersten Blätter sind blau, die unteren grün und haben Spuren einer krystallinischen Brochantitkruste.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

wärmung successive in beide Substanzen, bei allmäligem Wasserverlust, übergeführt werden kann.

Obgleich die Form des Warringtonit aus den wenigen Angaben von Maskelyne sich nicht genau ableiten lässt, so glaube ich doch letztere so weit wie möglich zur Skizze einer Figur benützen zu sollen. Fig. 18 stellt nun die Form des Warringtonit vor, wobei die Indices die directen Angaben Maskelyne's, die Buchstaben unsere Brochantitflächen bezeichnen.

§. 2. Varietät *c* von Rezbanya.

Formen, welche den des Warringtonit gleichen, sind mir von zwei verschiedenen ungarischen Vorkommen bekannt geworden.

Das hier zuerst zu besprechende Handstück (Hof.-Min.-C. II. Hds. 1025 *a*) ist ein vollkommen echtes Rezbanya-Vorkommen, für dessen richtige Fundortbestimmung der begleitende Hessonit Sicherheit gewährt. Die Krystalle an diesem Handstücke gleichen weder den früher beschriebenen Brochantit-Varietäten *a* und *b* von Rezbanya (p. 13 und 30), noch einer vierten Varietät *d*, welche in Nr. XXXIX untersucht werden soll. Ihrer Form nach stehen sie dem Warringtonit am nächsten.

Am Krystall 30 dieses Handstückes (vergl. Fig. 19) ist die Fläche *r* glänzend; *b* als Spaltungsfläche erkennbar. Letztere Fläche ist durch Zwillingslamellen gestört, welche nicht gleichzeitig einspiegeln. *ee'* ist sehr gekrümmt und schuppig; ebenso $x(201)$. Am gewöhnlichen Wollaston'schen Goniometer wurde

	beobachtet	gerechn. (monocl.)
$br =$	$29\frac{1}{2}° - 33°$	32°40'
$be =$	74	76 25
$be' =$	104	103 35
$ex =$	52	52 4·6
$rx =$	55—60	65 4·6
$xb =$	85—90	90

Um die Flächensymbole annähernd bestimmen zu können, verwende ich die Winkel der monoclinen Winkeltabelle (p. 11). Das Doma $x(201) = 2P\infty$ ist gekrümmt, und möglicherweise sind mit demselben noch angrenzende Pyramiden (vergl. nachfolgenden Paragraphen) verbunden.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Die Farbe der Krystalle ist dunkel schwarzgrün, ihre Grösse höchstens 1½ Millim. Sie bilden eine dichte krystallinische Kruste, über welche nur wenige Krystalle von deutlicher Form sich erheben. Das Handstück selbst ist von aussen wenig versprechend, und wird von wechselnden Schichten von Kupferschwärze, Kupfergrün und Hessonit gebildet. Die kleinen, höchstens 1½ Millim. grossen Hessonitkrystalle sind meist von Kupfergrün überrindet. Auf der Rückseite ist Wismuthocher. An der Vorder- und Rückseite des Handstückes öffnen sich gewundene Drusenräume, die durch das Innere des Stückes hindurch mit einander in Verbindung stehen, sich wechselnd erweitern und auskeilen. Die äusserste Begrenzung dieser Drusenräume bildet an der Unterseite Hessonit, sonst Kupferschwärze. Auf dieselbe hat sich eine 3 Millim. dicke Schichte lichtgrünen Malachits aufgelagert, auf welcher dann als oberste Schichte der schwarze Brochantit in einer dicht gedrängten, wirr krystallisirten Kruste von 1 Millim. Dicke aufsitzt. Er ist aus dem Malachit entstanden.

§. 3. Brochantit vom Banat, Dognaczka (?).

Mit der eben besprochenen Varietät stimmen einige lose Krystalle — nicht der Paragenese — aber ihrer Form nach überein, welche ich von Herrn Dir. Tschermak zur Ansicht erhalten habe. Diese sind sehr schön krystallisirt, haben deutliche Flächen und sind über 3 Millim. gross. Meine Messungen mit dem Wollaston'schen Goniometer zur Orientirung der Flächensymbole ergaben mir, dass die Krystalle von den Flächen

$$a \,.\, b \,.\, r \,.\, m \,.\, e \,.\, x \,.\, g \,.\, k$$

begrenzt werden. Neu sind die Flächen $a\,(100)\,\infty P\infty$, $g\,(313)$ $P3$, $k\,(12.1.4)\,3P12$, deren Indices ich hier der Einfachheit wegen mit monoclinen Symbolen bezeichne (vergl. Fig. 2).

Der lose Krystall 3 war am schönsten und flächenreichsten entwickelt. Er zeigte eine scheinbar prismatische Symmetrie und hatte die Flächen der Vorderseite und die oberen Flächen der Rückseite vollkommen ähnlich ausgebildet. Die Flächen xk sind ineinanderfliessend und schwer trennbar; parallel b zieht sich eine feine Zwillingsnaht durch den Krystall; auf der Rückseite treten Repetitionen der Pyramidenflächen — also Juxtaposition nach a — auf. Die Fig. 20 stellt ziemlich naturgetreu die Verhältnisse dieses Krystalls dar. Die Signatur der negativen Quadranten mit griechischen Buchstaben ist nur eine vorläufige und willkürliche Annahme. Die Indices der Flächen g und k sind

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

nur annähernd bestimmt; meine Beobachtungen stimmen bis auf $^1/_2{}^\circ$ mit den für g und k gerechneten Werthen. Eine grössere Anzahl von Messungen habe ich wohl gemacht, allein ich halte es für unzweckmässig, sie hier zu veröffentlichen, weil Herr Dr. Brezina die Winkel derselben Krystalle vor längerer Zeit gelegentlich bestimmt hat und diese seinerzeit veröffentlichen wird. Meine Zahlenwerthe stimmten annähernd, aber nicht vollkommen mit den Winkeln, welche für die Brochantite des Typus I gelten.

Das Handstück, von welchem die Krystalle stammen, war vor längerer Zeit in Wien zur Ansicht. Herrn Dir. Tschermak bin ich sehr zu Danke verpflichtet, dass er mir seine damals gemachten Beobachtungen über Form und Paragenese dieser Krystalle mittheilte.

Bei meiner diesjährigen Anwesenheit in Pest fand ich dieses Handstück in der Pester Universität, Schausammlung, unter Broch.: Nr. 3, mit der Bezeichnung von Rezbanya, und konnte einige Beobachtungen an demselben machen.

Dass die Formen dieser Krystalle einen neuen Habitus des Brochantit bilden, erkannte schon der oben genannte Forscher. Er bestimmte bereits die Flächen b, m, r, x.

An dem Handstücke mittleren Formates bilden die Krystalle, deren einzelne öfters 7 Millim. lang, schön schwarzgrün und glänzend sind, Drusen in einem halbgeöffneten Hohlraume in dichtem Rothkupfererz, welcher theilweise auch mit gelbbraunem, bleihaltigem Ziegelerz ausgekleidet ist. Fast alle Krystalle des Handstückes gleichen der oben beschriebenen Figur 20. Die untergeordneten Flächen e und g fehlen an einzelnen Krystallen.

Eine Partie der Rückseite ist in genetischer Beziehung interessant; eine concentrisch fasrige Malachitpartie ist oberhalb mit Brochantit bedeckt. Innen sind zwei Kugelschalen ausgelaugt, und in diesen Hohlräumen sitzt wieder Brochantit. Also ist der letztere durch Umwandlung des Malachits gebildet.

Im Handel ward für den Fundort des Stückes zuerst Banat (aus der Nähe von Dognaczka oder von Morawitza), dann später Rezbanya angegeben.

Nach der obigen Paragenese des Stückes sind diese letzteren Angaben zu bezweifeln. Peters in seiner Monographie

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

von Rezbanya, p. 117, sagt ausdrücklich: „Während manche Banater Lagerstätte so reich an Cuprit ist, hat Rezbanya fast nur unreines Ziegelerz aufzuweisen.“ Weder Peters, noch ich fanden an Rezbanya-Handstücken bisher die Paragenese: Rothkupfererz, Malachit, Brochantit.

Was den angegebenen Fundort Moraviczka (bei Dognaczka) im Banat betrifft, so führt weder Peters [1] noch Marka [2] von diesem Fundorte Brochantit und Rothkupfererz an. Die genannten Autoren (und ich selbst an einem kleinen Handstücke) beobachteten nur Malachit. Ob aber Dognaczka, oder welches andere der zahlreichen Banater Kupferbergwerke das obige Handstück lieferte, ist noch unentschieden.

XXXVIII. Brochantit III. Typus von Nischne-Tagilsk.

Die Brochantite des II. Typus haben eine Form, welche sich nur unwesentlich von dem Habitus des I. Typus unterscheidet. Nur die Analyse des Warringtonit rechtfertigt deren Trennung. Grössere morphologische Differenzen treten uns bei Untersuchung des III. oder IV. Typus entgegen.

Die Brochantite III. Typus habe ich auf einem Handstücke von Nischne-Tagilsk (Hof-Min.-C. 1869, X. 5) aufgefunden.

Das Handstück besteht aus derbem Thoneisenstein, die obere Seite hat eine warzige rauhe zerfressene Gestalt und ist mit einem sehr dünnen, dicht anschliessenden hyalitähnlichen Anfluge bedeckt, dessen Farbe von licht graubraun bis licht blaugrau wechselt. In feinen Adern durchzieht Rothkupfererz das Handstück. Auf der unteren Seite ist ochriges Brauneisen und nebenan etwas Malachit.

Auf der oberen Seite des Stückes sind sparsam einzelne Brochantitkrystalle zerstreut. In der Mitte der Oberfläche aber bilden die Brochantitkrystalle eine concentrisch strahlige, halbkugelförmige Gruppe von 1 Centim. Durchmesser. Da der ganze obere Theil der Halbkugel fehlt (wahrscheinlich nie vorhanden war), so sieht man, dass die concentrische

---

[1] Peters l. c. p. 96 spricht über einige genetische Verhältnisse von Morawitza.

[2] Marka l. c. Jahrb. geol. R. 1869 gibt eine Liste der von Morawitza bekannten Mineralien, sammt Grubenkarten und geognostischem Detail.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Bildung strahlenartig von einem Kern aus erfolgte. Der Kern liegt höher, als die Enden der noch vorhandenen Brochantitkrystalle. Man kann daher an eine stalagmitische Bildung durch Tropfen von oben denken. Die Krystalle sind nicht alle gleich lang (8—10 Millim. lang bei 1 Millim. Dicke), und deren Enden meist frei und deutlich krystallisirt.

Die Form dieser Krystalle ist bei flüchtiger Betrachtung mit Atacamit zu verwechseln. Nur minimale Quantitäten konnten zur Prüfung angewendet werden. Ich fand in derselben kein Chlor, dagegen aber sehr starke Reaction auf SO_3. In der Glühhitze entweicht Wasser und Schwefelsäure, und es bleibt das schwarze CuO zurück. Zahlen kann ich nicht angeben, indem die äusserste Schonung dieses nur in wenigen Krystallen vorhandenen Materials nothwendig war. Obiges genügt, um die Krystalle als basisches Kupferoxydsulfat zu bestimmen [1].

Die Form der Krystalle konnte ich an zwei kleinen Krystallenden bestimmen. Die Krystalle sind nämlich (mit Rücksicht auf die vorherrschende Längendimension) als liegende Säulen gebildet, deren ein Ende frei und ausgebildet, das entgegengesetzte Ende hingegen mit dem centralen Kerne verwachsen ist.

Beobachtet sind ausser den Flächen *b*, *m*, *r* des Brochantit noch die Domenfläche *i* (011) $P\infty$ (vergl. Projection 2). Die Flächen *b* sind an allen Krystallen als vollkommene Spaltungsflächen deutlich erkennbar. An den gemessenen Krystallen sind die Flächen *m m'* nicht homogen, sondern deutlich aus je zwei Hälften, einer oberen und unteren bestehend, welche sowohl gegen *b* differente Winkel machen, als auch unter sich selbst einen ausspringenden Winkel bilden. Da nicht entschieden werden kann, ob die Krystalle dem triclinen oder monoclinen Systeme zugehören, so können diese Zwillinge vorläufig als Zwillinge nach *c* mit Juxtaposition nach *c* gedeutet werden. Aus dem (aber nicht absolut genauen) Winkel *bm bm'* könnte man „triclines Krystallsystem, Übereinstimmung mit Typus I, Zwillinge

[1] Einen ähnlichen atacamitähnlichen Habitus, wie dieser Typus III von Nischne-Tagilsk, zeigen auch (vergl. p. 50) die Brochantite von Atacama. Für letztere gibt Domeyko die dem Warringtonit nahe stehende Formel $3CuH_2O_2+CuSO_4+H_2O$, genauer $17CuO, 4SO_3, 10H_2O$. Ist von der Ähnlichkeit des Habitus ein Schluss auf die Ähnlichkeit der Formel erlaubt?

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

nach a mit Juxtaposition nach c herauslesen. Die Ausbildung der zwei gemessenen Krystalle ist aber nicht so schön und die Flächen nicht so glänzend, dass man die nachfolgenden Messungen als absolut genau betrachten dürfte. Der kleinste Ausbildungsfehler ist sicher 10 Minuten und die Reflexe sind theils doppelt, eng aneinander liegend, theils verschwommen (vergl. Fig. 21).

Kryst.	beobachtet		ger. (monocl.)	(tricl.)	
41	$bm =$	53°10'		$bm =$	52°36'
„	$b\bar{m} =$	51 32	$bm = 52°\ 3\frac{1}{2}'$	$b\bar{m}' =$	51 24
„	$bm' =$	—51 20		$bm' =$	—51 24
42	$-b : m' =$	51 10	„	$-bm' =$	51 24
„	$-b : m =$	—52 30*		$hm =$	52 36
41	$\bar{m} : m =$	1 30		$m\bar{m}_c =$	0 51
41	$bi =$	64 9*	$bi = 64\ 12\frac{1}{2}$		
„	$bi' =$	—64 15	„		
42	$-b : i' =$	65 30			
„	$b : i =$	62 30	„		
„	$b - i' =$	63 20	„		
„	$-b : -i =$	65 20	„		
41	$mi =$	74 17	$mi = 74\ 4\frac{2}{3}$		
42	$mi =$	74 1*	„		

Da keine Pyramiden auftreten, das Doma i parallel der Zone bi etwas gestreift ist, auch Zwillingsnähte dasselbe durchkreuzen, so ist die Übereinstimmung der Zone bm mit den Werthen des triclinen Typus I wohl hervorzuheben. Sie ist nicht genügend, um das Krystallsystem dieses Typus festzustellen. Die obigen Messungen mit * haben den kleinsten Ausbildungsfehler.

Die optische Orientirung ist ähnlich den früheren Angaben. Die Schwingungsaxen in der Ebene b circa parallel den Axen XZ, so weit die minimalen Krystalle eine Messung erlaubten. Scheinbar daher eine Symmetrie wie im prismatischen Systeme vorhanden.

Diesem Typus III könnten die Brochantite von Atacama (p. 50) vorläufig beigezählt werden.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

XXXIX. Brochantite IV. Typus: Königin und die Varietät *d* von Rezbanya.

§. 1. Die Brochantitvarietät: Königin.

Levy hat, um den ehemaligen Director des Lond. Min. Mus. König zu ehren, ein dem Brochantit nahe stehendes Mineral „Königin" genannt. Nach Wollaston bestand es aus SO_3 und CuO; der Fundort war Werchnoturinsk in Sibirien. Da Levy selbst auch das Mineral Brochantit aufgestellt hatte, so mussten sicher Differenzen zwischen Brochantit und Königin vorhanden gewesen sein. Sonst hätte gewiss Levy die zwei ihm vorliegenden Königin-Stücke als wahre Brochantite bestimmt. Letzteres Mineral war damals ja ebenfalls vollkommen neu. Für Levy war die vorhandene Differenz der Formen entscheidend. Die von ihm beobachteten Krystalle waren dicht zusammengewachsen und bildeten Krusten auf dichtem eisenhaltigem Kupferoxyd. Ihre Farbe war dunkel smaragdgrün bis schwarzgrün. Ihre Gestalt war die einer kurzen Säule mit gewölbten Flächen. Mit der vollkommensten Spaltungsfläche sitzen sie auf dem Muttergesteine [1]. Seine Figur (5 in Pogg. Ann.) habe ich mit seinen Buchstaben in Fig. 22 copirt. Er beobachtete

$mm = 105°$ ($x\xi$ [Schrauf] Broch. monocl. $= 102°13'$)
$Pm = 90$ circa
P vollkommene Spaltungsfläche.

Diese Angaben von Levy hat schon Miller (Mineralog.) benützt, um die Form des Königin mit der des Brochantit zu identificiren. Miller's Fig. 549 stellt die Formen des Königin in einer Stellung dar, in welcher die Spaltungsebenen beider Mineralien übereinstimmen. Die Flächen *m* Levy's nennt Miller *x*, welchen Buchstaben ich beibehalten habe [2].

Diese Orientirung Miller's angenommen, erhält die Figur Levy's die Gestalt von Fig. 23. Man ersieht jetzt schon aus

---

[1] Eine Ausbildung, die ich bei den übrigen Brochantiten, Typus I—III nicht beobachtete.

[2] Die Flächen *x* und *z* treten auch bei Brochantit Typus II auf.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

der Levy'schen Zeichnung die Übereinstimmung von Levy's Fläche *e* mit der Fläche *e* am Brochantit. Es ist möglich, dass die gekrümmten Flächen *m* (Levy) nebst dem Doma *x* noch eine eng anschliessende Pyramidenfläche, vielleicht *k* (Typus II) in sich begriffen haben

Eigene Beobachtungen lehrten mich, dass die im obigen angegebene Orientirung der Königinformen richtig ist; doch vermag ich der Beschreibung Levy's nur wenig Neues beizufügen. Ein Exemplar des sibirischen Königin von Werchnoturinsk sah ich im Pester National-Museum (unter Nr. 603/1, Lobkowitz Samml.). Das Handstück besteht aus einer grösseren Schwarte derben Kupfererzes, seitlich mit etwas Brauneisen, oben und unten mit Malachit bedeckt. Auf dem Malachit sitzen krustenförmig 1—2 Millim. grosse Krystalle des Königin. An den Krystallen lassen sich deutlich die Flächen *b* und *x* (des Brochantit) erkennen. Es ist hier die einfachste Combination auftretend.

Dass aber diese Form in der That auf das Parameterverhältniss des Brochantit bezogen werden kann, dafür ist die Ausbildung der Varietät *d* von Rezbanya Gewähr. Die Formen dieser letztgenannten Varietät bilden eine Zwischenstufe zwischen den Formen des sibirischen Königin und zwischen den Formen des Brochantit II. Typus [1].

§. 2. Varietät *d* von Rezbanya. *α*) Paragenesis.

Mit dem eben beschriebenen Königin hat eine Varietät *d* von Rezbanya manche Eigenschaften gemein. Es sind Drusen mit dunkel schwarzgrünen Krystallen von meisselähnlicher Form. Auf sie hat zuerst Peters mit einigen Worten hingewiesen. Während die Brochantite der übrigen Typen gewöhnlich mit *c* auf dem Muttergestein haften, sind gerade die Krystalle dieser Varietät (wie oben bei Königin bemerkt) in der Mehrzahl der Fälle so orientirt, dass sie mit den Spaltungsflächen *b* aufsitzen.

Mir lagen drei Handstücke dieser Varietät vor.

---

[1] In letzter Zeit hat Kokscharow l. c. einige Notizen über Königin veröffentlicht, welche jedoch weder Krystallgestalt noch Beziehung zu Brochantit erklären.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Namentlich durch die Paragenesis mit Hessonit wird das Vorkommen dieser Varietät von den früher besprochenen *a*, *b* unterschieden. Eines der Handstücke ward 1815 mit der ursprünglichen Etiquette vom Banat, das zweite als von ? Katherinenburg stammend, 1849 gekauft. Beide sind schon seit längerem als Rezbanya-Handstücke bestimmt; als solche auch von Peters l. c. notirt. Für den Fundort Rezbanya spricht auch das Vorkommen von Hessonit in Mitte des Chrysocolla, auf welches früher übersehene Mineral ich an diesem Stücke aufmerksam machen werde.

Das reichste und beste Stück trägt die Signatur H.-M.-C. 23/28, 1815. IV. 2. Auf einer grösseren Schwarte von mit Kupferschwärze gemengtem Malachit ist seitlich der Octant eines grösseren Drusenraumes beim einstigen Formatisiren des Stückes noch erhalten geblieben. Diese Druse ist von schwarzem mit Malachitadern durchzogenen Kupfer-Eisenocher gebildet. Im innern Raume der Druse schliesst sich an diese Kupferschwärze zelliger und drusig rauher, matter, schmutzig grüner Chrysocolla [1]. Dieser Chrysocolla umschliesst allseitig plattenförmige Partien von theils derbem, theils krystallisirtem Hessonit. Auf den Chrysocolla folgt nun gegen das Innere der Druse zu als letzte Schichte eine dünne, 1 Millim. dicke Kruste schwarzgrünen Brochantits (Varietät *d*). Zahlreiche Krystalle erheben sich 1—2 Millim. gross über diese Kruste. Sie sind ziemlich scharf entwickelt, gut glänzend, sitzen immer mit der Spaltfläche auf und stehen keilförmig nach oben.

Ähnliche Paragenese hat das Handstück H.-M.-C. 1849. II, 1027. Dasselbe ist das abgeschlagene Eck einer ehemals grösseren Geode. Die äusserste Schichte bildet Malachit, aus welcher einzelne Partien von gelbbraunem glänzenden Hessonit hervortreten. Vom Hessonit habe ich die Form $211 = 20\bar{2}$ gemessen. Die untere ebene Fläche des Stückes ist von einer dünnen Schichte blättrigen Gypses (jüngeren Alters) bedeckt.

Die auf Malachit folgende Geodenschichte ist Kupferschwärze; sie ist $^2/_3$ Centim. dick und von einzelnen kleinen Brochantitschnüren durchzogen. Den nach aussen gerichteten Theil dieser Schichte bedeckt gelber Bleiwismuthocher. Der innere Raum der Druse ist gleichsam in zwei Etagen getheilt. Im unteren Theil, welcher sich an den Gyps anschliesst, und von diesem partiell überlagert wird, ist lichtgrüner Chrysocolla. Letzterer hat nierige, traubige Form und incrustirt vollkommen eine dünne, wirr verlaufende Schichte von Hessonit. Der obere Raum der Höhlung ist vollkommen ausgekleidet mit dunkel schwarzgrünen Brochantitkrystallen des Typus IV.

---

[1] Geprüft auf SO_3 und auf PO_5.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Paragenetisch überaus wichtig ist aber das schon früher (p. 32) erwähnte Stück — Nr. Szajbely, 342 — im Pester Nat.-Museum. Auf Brauneisen und Chrysocoll haltendem Muttergestein sitzt eine dichte Kruste von 1—2 Millim. grossen Krystallen unseres IV. Typus. Die Form ist der Mehrzahl nach durch die Flächen b, x, μ gebildet. Auf dieser Kruste hat sich eine jüngere Generation von Brochantit angesiedelt. Es sind dies Krystalle der Form und des Typus I, Varietät b, von lichtgrüner Farbe. Die Krystallisation dieser zweiten Varietät b hat jedoch die vorhandenen Königinkrystalle nicht angegriffen. Es zeigt dieses Stück, dass der Typus IV von wesentlich differentem Alter und von anderen chemischen Eigenthümlichkeiten sein muss, als die jüngere Varietät b Typus I.

Von dem Handstücke 23/28 konnte eine kleine Partie der Kruste zur Analyse abgetrennt werden. Um sie von dem anhängenden, theils malachitischen, theils Kupfergrün haltenden Muttergestein ganz frei zu halten, wurden von mir nur deutlich erkennbare Krystallfragmente ausgelesen. Mehrere Versuche, übereinstimmende Zahlen für die Dichte zu erhalten, scheiterten an der geringen Quantität der Substanz und an deren grob pulverähnlichem Zustande. Um keinen Einfluss auf die etwaigen Resultate der Analyse auszuüben, vermied ich auch eine stärkere Erhitzung, welche allein im Stande gewesen wäre, die Luftblasen vollständig zu entfernen. Die erhaltenen Zahlen stimmen mit $3 \cdot 8 \pm 0 \cdot 1$.

Herr Prof. Ludwig hatte die Freundlichkeit, das ausgesuchte Material zu analysiren, und theilte mir als Resultat die Zahlen

$CuO = 70 \cdot 44$	$4\,CuO$
$SO_3 = 17 \cdot 40$	SO_3
$H_2O = 12 \cdot 01$	$3\,H_2O$

mit. Nach dieser Analyse (vergl. l. c.) besitzt die dunkel schwarzgrüne Varietät d den relativ höchsten Kupfergehalt unter allen bisher analysirten Brochantiten. Da auch die Form dieser Varietät eigenthümlich ist, so haben wir der Substanz und der Gestalt nach in dem vorliegenden Typus einen Grenzfall aus der Gruppe des Brochantit vor uns, der sich theilweise von den übrigen Gliedern unterscheidet.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

§. 3. Varietät *d* von Rezbanya. β) Form.

Die Gestalt der Brochantit-Varietät *d* dieses IV. Typus ist von allen bisher beschriebenen Brochantitformen vollkommen verschieden. Die keil- oder meisselähnlichen Krystalle haben mit den übrigen Brochantiten nur wenige Flächen gemein. Beobachtet habe ich an denselben die Flächen (monoclin bezeichnet):

b	*r*	*μ*	*λ*	*e*	*x ξ*	*kz*
010	120	730	610	012	201, $\bar{2}01$	12.1.4, $\bar{1}\bar{2}$.1.4
$\infty P\infty$	$\infty P2$	$\infty P\frac{7}{3}$	$\infty P6$	$\frac{1}{2}P\infty$	$\pm 2P\infty$	$\pm 3P12$.

Die Spaltungsebene *b* ist vollkommen glatt, spiegelnd, ohne Streifung und ohne Zwillingslamellen. Sie unterscheidet sich hierdurch von der Spaltungsebene an den Brochantiten Typus I, die immer noch durch Zwillingsstreifen unterbrochen ist. Die übrigen Flächen sind meist gekrümmt, schuppig und nur in wenigen Fällen glatt und glänzend. Die relativ besten Winkel geben die Flächen *e* und *μ*. Die Flächen *x*, *k* verlaufen immer in einander und bilden ein scheinbar gewölbtes Doma oder Pyramide. Bemerkenswerth ist, dass die für die Gestalt der Kupfermineralien, z. B. Brochantit, Malachit, Atacamit, so einflussreiche Fläche *m*(52°) hier nicht zur Entwicklung gelangt. Das Auftreten von *r* als schmale Abstumpfungsfläche ward nur höchst untergeordnet einmal beobachtet.

Die Krystalle sind anscheinend einfach, doch kommen Juxtapositionen parallel *a*, erkennbar aus der Repetition der Flächen *x*, *k* vor. Das Krystallsystem könnte man, da keine einfachen Zonen vorliegen, als prismatisch annehmen, ohne mit den Messungen an diesen kleinen gekrümmten Krystallen in Widerspruch zu gerathen. Anderseits erlauben aber diese Messungen auch eine Identificirung mit dem allgemeinen monoclinen Axenverhältnisse der Brochantitgruppe. Im letzteren Falle muss aber auf die Einfachheit der Indices für die dominirenden Prismenflächen *μ* und *λ* verzichtet werden.

Ich habe letzteres gewählt und die obigen Flächensymbole auf das monocline Brochantitsystem bezogen. Hierdurch wird die

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Vergleichung der Formen der einzelnen Varietäten wesentlich erleichtert.

Unter den gemessenen Krystallen ist Nr. 50, von 23/28 stammend, der beste und flächenreichste. Die Spaltungsebenen $-b$ und e sind scharf, die Flächen μ ziemlich gut messbar. Um die gemessenen Flächen zu individualisiren, habe ich (ähnlich wie bei triclin) dieselben je nach ihrer Lage mit $'$ oder $-$ versehen (vergl. Fig. 24, und Projection Fig. 2).

	Beobachtet	Gewicht [1]		Gerechn. (monocl.)
$-b:\mu =$	108°24′			
	−71 36	1/9	$b\mu =$	71°31′2
$-b:e =$	104 25			
	−75 35	1/4	$be =$	76 25
$-b:-e =$	76°–77°			„
$-b:-\varkappa =$	93°20′	1/25	$-bk =$	93 15·7
$-b:k =$	93 10	„	$-b\varkappa =$	93 17·2 [2]
$-b:\varkappa =$	93 40	„		
$e:-\mu' =$	86½°		$e:-\mu' =$	86 14
$e\xi =$	50½		$e\xi =$	52 42·2
			$ex =$	52 4·6
$ex =$	60		$ex =$	62 10·3
$e:k =$	59½		$ek =$	61 22
$-\xi:-\varkappa =$	9		$\varkappa\xi =$	11 12
$-\xi\mu =$	42 30		$\mu'\xi =$	42 36·6
			$\mu x =$	42 14
$-\varkappa\mu =$	30–32°		$\mu'\varkappa =$	31 39·6
$x\xi =$	106½°		$x\xi =$	102 13
$k\varkappa =$	120		$k\varkappa =$	123 7

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung für die Flächen x und k würden auch dadurch nicht kleiner, wenn man aus den besten Winkeln be und $b\mu$ separat ein neues prismatisches Parametersystem und andere Werthe für k und x ableiten möchte.

An anderen Krystallen tritt die Fläche x noch mehr zurück und verfliesst in die Krümmung von k. Dann scheint nur Eine Pyramidenfläche vorhanden zu sein. Aber die Messungen dieser

[1] Vergl. frühere Nr. und p. 86.

[2] Die Unterscheidung zwischen $\varkappa$ und k ist nur hypothetisch.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

sind scheinbar unerklärlich, weil (wegen der Krümmung) kz zu kleine Werthe geben.

Am Krystalle 51 von 23/28 ward

	beobachtet		gerechn. (monocl.)
$b\mu =$	$71\frac{2}{3}°$	$b\mu =$	$71°31'2$
$-b:-\mu' =$	$-72\frac{2}{3}$		
$b\lambda =$	83	$b\lambda =$	82 35·6
$bk =$	$86\frac{1}{2}$	$bk =$	86 44·2
$k\mu =$	33	$\mu k =$	31 28
$-\varkappa\mu =$	32	$\mu\varkappa =$	31 39·6
$k\varkappa =$	114	$k\varkappa =$	123 7
		$x\xi =$	102 13

An einem anderen Krystalle, Fig. 25, beobachtete ich eine sehr schmale Abstumpfung der Kante $b\mu$, deren ungefähr bestimmter Winkel 35° war, und daher auf die Flächen r des Brochantit bezogen werden könnte.

Das Handstück (H.-M.-C. II/1027) hat ähnliche Krystalle, nur ist deren Flächenausbildung noch unvollkommener. Einer der von mir untersuchten Krystalle hatte eine Form, die vollkommen den Prismen des Königin ähnlich ist. Am Krystall 56 (vergl. Fig. 26) ist

	beobachtet		gerechn. (monocl.)
$be =$	75°	$be =$	76°25'
$x\xi =$	104	$x\xi =$	102 33·5

Namentlich dieser letzte Krystall lässt erkennen, dass die meisselförmigen Krystalle unserer Varietät den Übergang bilden zu den cylindrischen Formen des Levy'schen Königin. Deshalb muss auch der letztgenannte mit dem Brochantit verwandt sein.

Leider gelingt es nicht, durch Messungen den morphologischen Charakter dieses IV. Brochantit-Typus absolut genau festzustellen. Wollte man von den obigen Messungen Gebrauch machen, so dürfte nur der Messung $be = 75°35'$ ein relativ grösseres Gewicht beigelegt werden. Diese Messung würde eine geringe Vergrösserung der Axe c verlangen. Es könnte dann

$$a : b : c = 0·779 : 1 : 0·505$$

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

für das Verhältniss der Parameter gesetzt werden. Die Axenwinkel ξ, η, ζ sind jedenfalls nahe gleich 90°; ob dieselben jedoch gleich 90° sind, oder ob sie wie beim I. Typus um 10′ bis 30′ von 90° abweichen, ist nicht entscheidbar.

Ob prismatisch, monoclin oder triclin; über diese Frage geben auch die optischen Verhältnisse nur geringen Aufschluss. Platten, parallel *c* oder parallel *b*, lassen erkennen, dass die Hauptschwingungsaxen, ähnlich einer prismatischen Symmetrie, nahe parallel den Krystallaxen *X*, *Y*, *Z* orientirt sind. Ähnliches zeigten auch die triclinen Krystalle des Typus I. Es herrscht daher eine gewisse Übereinstimmung der optischen Orientirung bei diesen Typen. Die optische Orientirung mit einer scheinbar prismatischen Symmetrie schliesst jedoch nicht absolut nothwendig die Bedingung in sich, dass deshalb der Krystall wirklich prismatisch ist. Bei so kleinen Kryställchen ist die optische Orientirung ohnehin nur auf 1—2° sicher; anderseits zeigten manche monocline Krystalle, z. B. Kaluszit, Brookit, Luteokobaltchlorid, ein scheinbares Zusammenfallen der Hauptschwingungsaxen mit den Krystallaxen.

Obgleich nun durch Form und durch die chemische Analyse die eben besprochene Varietät *d* sich von den übrigen Varietäten der Brochantitgruppe unterscheidet, so habe ich doch nicht für nothwendig erachtet, dieselbe (inclusive des Königin) als selbstständige Mineralspecies vom Brochantit zu trennen. Die Annahme eines separaten Typus IV für dieselben mag vorläufig genügen. Es sind auch für die früheren Typen I—III noch manche ergänzende Bestimmungen, sowohl durch Analysen, als auch durch künstliche Erzeugung, nöthig, ehe die Glieder der Brochantitgruppe als scharf bestimmt unterschieden werden können.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

XL. Vergleichender Rückblick auf die paragenetischen und chemischen Verhältnisse der Mineralien aus der Gruppe des Brochantits.

§. 1. Paragenese der basisch-schwefelsauren Kupferoxydsalze.

Obgleich die Zusammensetzung jener basisch schwefelsauren Kupferoxydsalze, deren mineralogisches Geschlecht unter dem Namen Brochantit bekannt, sehr einfach ist, so zeigen doch die Zahlen der vielen Analysen nicht die wünschenswerthe Übereinstimmung. Weder die Analysen der natürlich vorkommenden Mineralien dieser Gruppe, noch die der ähnlichen, aber auf künstlichem Wege erhaltenen Substanzen führen zu einerlei chemischer Formel. Genauer ist seit Becquerel (l. c.) die Entstehung dieser Verbindungen bekannt, und ausser dem ebengenannten Autor haben Roucher, Wibel, Field mancherlei chemische Reactionen angewendet, um Verbindungen dieser Art künstlich zu erhalten.

Die Ableitung aller Substanzen der Brochantitgruppe geschieht mit Zugrundelegung einer Kupfervitriollösung, welche als Zersetzungsproduct der Kupferkiese in der Natur so häufig auftritt. Becquerel hat schon nachgewiesen, dass die Einwirkung eines Carbonates — im einfachsten und häufigsten Falle der Calcit — genügt, um der Kupfervitriollösung einen Theil des Wassers und der Schwefelsäure zu entziehen. Hierdurch sind die Bedingungen zur Bildung des Gypses und eines kupferreicheren SO_3CuO-Salzes gegeben. Im Falle, dass Calcit im Überschuss vorhanden, muss dann die frei gewordene CO_2 auch zur Bildung des Malachits führen. Becquerel (und auch ich) hat auf diese Weise brochantitähnliche Krusten erhalten.

Field (l. c.) hat, um die Reactionen der CO_2 zu vermeiden, statt Calcit eine geringe Quantität von Kali [1] angewendet. Er

[1] Field erwähnt, dass, wenn man statt des Alkali überchlorsauren Kalk anwendet, man dann künstliche Verbindungen aus der Gruppe des Atacamits enthält. Er erhielt meist $3CuO\ CuCl_2\ 4H_2O$; gelegentlich auch $3CuO\ CuCl_2\ 6H_2O$.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

erhielt dann in der Kupfervitriollösung einen pulverförmigen Niederschlag, der nebst einem basischen $CuO\,SO_3$-Salze noch SO_3KO enthielt. Nach Trennung beider ergab die Analyse des Kupfersalzes für letzteres die Zusammensetzung eines Brochantit mit grossem Wassergehalt, genauer die des Warringtonit, nämlich $4\,CuO\,SO_3\,4\,H_2O$.

Wibel (l. c.) wendet zweierlei Methoden an, um Brochantit zu erhalten: α) In geschlossenen Röhren erhitzte er das Pulver von Eisenoxydsilicaten (Anthophyllit, Hornblende und Basalt) mit einer Kupfervitriollösung bis auf 210° C. Die mikroskopischen Krystalle (vergl. p. 56) hatten die Zusammensetzung $6\,CuO\,2\,SO_3\,6\,H_2O$. β) Die Combination von Kupfervitriollösung mit Kalksilicat (Wollastonit) ward längere Zeit auf 100° C. erhitzt. Der Niederschlag bestand aus einer Mischung von gallertartiger SiO_2, unzersetztem Wollastonit, und einem (nicht krystallisirten) grünen Kupfersalze. Die Zahlen der Analyse dieses letzteren stimmten mit $5\,CuO\,2\,SO_3\,3^1/_2H_2O$, wofür Wibel den wahrscheinlichen Werth $5\,CuO\,2\,SO_3\,3\,H_2O$ setzt.

Aber auch ohne Reactionsmittel, durch blosses Erhitzen einer Kupfervitriollösung entstehen basische Kupfersalze. Roucher (l. c.) erhält durch Glühen des Kupfervitriols $2\,CuO\,SO_3$. Dieses Salz verwittert an der Luft zu $6\,CuO\,2\,SO_3\,5\,H_2O$; ohne Erwärmung im kalten Wasser gibt es $8\,CuO\,2\,SO_3\,6H_2O$; in kochendes Wasser eingetragen liefert es die Verbindung $6\,CuO\,2\,SO_3\,4\,H_2O$.

Sind einzelne der letzteren Verbindungen auch nicht wahre Glieder der Brochantitgruppe, so zeigen sie doch den Einfluss der Temperatur auf den Wassergehalt der entstehenden (basisch CuO) Verbindung.

Diese besprochenen Versuche, „künstliche Brochantite zu erzeugen“, ergaben die Thatsache, dass man mit geringen Modificationen der Reactionsmittel ähnliche Substanzen, aber mit verschiedenem SO_3 oder CuO-Gehalt hervorrufen kann. Die Frage nach der wirklichen Formel der Mineralien unserer Gruppe ward durch diese Versuche nicht beantwortet. Die paragenetischen Verhältnisse der Mineralien erhielten aber einen erklärenden Leitfaden.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Betrachtet man die einzelnen Handstücke, so ist an manchen derselben die Paragenese eine deutlich erkennbare, und dann die Übereinstimmung der Reactionen von Natur und Kunst nicht zu leugnen.

An den Handstücken von Sibirien und im Banat kommt mit Brochantit noch Brauneisen, Rothkupfer und Malachit vor. Nach meinen Versuchen genügt die Einwirkung der oxydischen Erze, namentlich des Rothkupfererzes auf Kupfervitriollösungen, um eine langsame Anreicherung des Salzes mit CuO und eine Brochantitbildung hervorzurufen.

In Cornwall ist Malachit die Grundlage mancher Brochantite. Letztere sind durch die Wirkung der SO_3 haltigen Lösung auf das Kupfercarbonat entstanden. Nach Maskelyne kommt neben dem Brochantit noch der Langit (und der ihm ähnliche Devillin) vor. Eine Behandlung einer Kupfervitriollösung mit Magnesia in Überschuss ergab mir ein licht grünlichblaues nicht krystallisirtes Gemenge beider Sulfate, welches schnell incrustirte. Möglich, dass auch bei Langit eine kräftige aber schnell verlaufende Reaction die Bildung beeinflusste [1]. Der Devillin, der ein Gemenge von Langit mit Gyps ist, lässt erkennen, dass die Unterlage ein Kalkcarbonat war, welches auf die ursprüngliche Lösung einwirkte.

Wechselnder sind die paragenetischen Verhältnisse in Rezbanya gewesen. Wir haben mehrere Generationen zu unterscheiden. Varietät *a* hat oxydisches (Kupferschwärze) Muttergestein, und sitzt auf einer malachitischen Unterlage, welche aber die gebildeten Brochantite selbst wieder partiell umhüllt. Da keine Krustenbildung vorhanden, so sind diese verstreuten Krystalle in situ gebildet aus Tropfen übersättigter Kupfervitriollösung, welche während und vor dem Ende der Malachitbildung das Handstück trafen. Varietät *b* zeigt ebenfalls die Entstehung aus Malachit, wobei jedoch zusammenhängende Flächen von der Lösung benetzt wurden. Varietät *d* zeigt Kieselkupfer als Kruste über Hessonit und nebenan theils Malachit, theils Brochantit, letzteren auch in Begleitung von Gyps. Malachit und Brochantit

---

[1] Ich erinnere an den blauen Cyanochroit (Cu KO) SO_3 +3 HO, der auf Laven als Efflorescenz vorkommt.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

verdanken hier einem Kalkcarbonat ihre Entstehung, welches die Substanz zum Aufbau des Gypses hergab. Der Wechsel von drei Säuren in mehreren kaum Millimeter dicken Schichten eines grünen Kupfererzes ist beachtenswerth.

Von grosser Wichtigkeit ist ferner das Nacheinandervorkommen zweier Brochantittypen auf einem Handstücke. Es zeigte sich, dass die lichtgrüne Varietät *b* jünger ist, als die schwarzgrüne Varietät *a* und als die Krystalle des IV. (Königin) Typus. Das Aufgewachsensein einer grösseren Kruste von Krystallen Varietät *b* auf einer hierdurch nicht angegriffenen Königinkruste (vergl. früher p. 68) ist gewiss ein höchst wichtiges paragenetisches Vorkommen.

Reizend sind die Handstücke von Rezbanya, wenn nicht Kupfererze, sondern die Bleierze die Grundlage bilden (Varietät *b*). Die Bleierze dieses Horizontes sind in Rezbanya schwarze und gelbe Mennige gewesen, erstere mit Kupfer-, letztere mit Wismuthgehalt, und ferner zahlreiche Krystalle von Cerussit. Die Kupfervitriollösung griff diese Erze an, gräbt sich Drusen in dieselben. Die Grenze gegen das Bleierz bildet dann der Linarit, d. i. ein Kupferbleisalz, auf welchem sich dann erst der lichtgrüne Brochantit mit etwaigem Bleigehalt (Werthheim, Magnus; Analysen) abgelagert hat. Etwas jünger als dieser Brochantit ist Malachit, welcher aus überschüssiger Kohlensäure des zerstörten Cerussit entstand, am längsten in Lösung blieb und partiell den Brochantit einhüllte.

Eine ähnliche combinirte Entstehung von Linarit und Brochantit zeigen einzelne Vorkommnisse von Nassau und von Zellerfeld. Es findet hierdurch auch der Linarit als Mittelglied zwischen Cerussit und Brochantit eine natürliche Stelle im paragenetischen Systeme.

§. 2. Übersicht der chemischen Resultate.

Um eine solche Übersicht für die Gruppe des Brochantit zweckmässig discutiren zu können, ist es auch nöthig, das Mineral Langit hiebei einzubeziehen. Ich ordne im Nachfolgenden die wichtigeren Analysen (der in voriger Nummer beschriebenen

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Varietäten) aufsteigend nach ihrem Kupfergehalte [1], nach Elimination der eventuell angegebenen Beimengungen.

Autor	Varietät	CuO	SO_3	H_2O
Wibel	Künstlich α	64·00	21·49	14·51
Wibel	Künstlich β	64·96	26·19	8·58
Maskelyne	Langit	65·82	16·42	18·32
Werthheim	Rezbanya	65·59 +PbO	17·54	
Magnus	Rezbanya 2.	66·9 +1·04PbO		
Berthier	Brongniartin	66·2	16·6	17·2
Field	Chili	66·94	16·59	16·47
Risse	Nassau	67·8	19·0	13·2
Forchhammer	Krisuvigit	67·75	18·88	12·81 *a)*
Field	Künstlich	67·51	16·98	15·51
Maskelyne	Warringtonit	68·24	16·7	14·64
Warrington	Warringtonit	68·27	18·93	12·22 *b)*
Kobell	Chile	68·87	19·71	11·42
Tschermak	Neu-Süd-Wales	69·1	19·4	11·5
Domeyko	Chile	70·2	16·2	13·8 *c)*
Ludwig	Rezbanya	70·44	17·4	12·81

a) +0·56 Proc. Thonerde und Eisenoxyd.
b) +0·58 Proc. unlöslich.
c) vergl. Nr. XXXVI, p. 51.

Bei keiner dieser zahlreichen Analysen wäre ein Zweifel an der Genauigkeit gerechtfertigt [2]. Dass bei der Analyse von Werthheim und Magnus wahrscheinlich der Bleigehalt dem Kupfer zuzuzählen ist, ward schon früher erwähnt. Die Möglichkeit, dass das analytische Material in manchen Fällen nicht frei vom Muttergestein (Malachit, Chrysocoll...) gewesen sei, würde auf die vorliegende Liste wohl von Einfluss sein. Die Gleichheit der Zahlen, welche theils Berthier und Field, theils Risse und Forchhammer oder Kobell und Tscher-

[1] Eine Zusammenstellung des wechselnden Kupfergehaltes im Chrysocolla von Chili gab Field, Phil. Mag. 1861, XXII, 361.

[2] Die Analyse von Rivot habe ich hier ausgelassen. Er analysirte schön grüne Brochantitkrystalle von fraglichem Fundorte, die aber mit Malachit verwachsen waren; er fand: (CuO = 57·9, SO_3 = 19·4, H_2O = 13·5)+(CuO = 5·0, CO_2 = 1·2, H_2O = 1·2) = 98·2.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

mak erhalten haben, zwingt aber, eine gewisse Variation der Substanz zuzugestehen. Die Genauigkeit dieser Analysen tritt umsomehr hervor, wenn man die Differenzen der beobachteten Zahlen gegen Zahlen aus möglichst einfachen Formeln gerechnet aufsucht.

Eine solche Zusammenstellung folgt im Nachstehenden, und zwar ist dieselbe geordnet absteigend nach dem Wassergehalte der Substanz.

I	$8CuO$	$2SO_3$	$10H_2O$
Rechnung =	65·14	16·40	18·46
Rechn. − Beob. | Maskelyne Langit	*−0·68*	*−0·02*	*−0·14*

II	$8CuO$	$2SO_3$	$9H_2O$
Rechn. =	66·36	16·70	16·84
Rechn. − Beob. | Berthier Mexiko =	*+0·16*	*+0·10*	*−0·36*
Field Chile =	*−0·58*	*+0·11*	*+0·37*

III	$8CuO$	$2SO_3$	$8H_2O$
Rechn. =	67·63	17·04	15·33
Rechn. − Beob. | Maskelyne Warringtonit =	*−0·61*	*+0·34*	*+0·69*
Field Künstlich =	*+0·12*	*+0·06*	*−0·18*

IV	$6CuO$	$2SO_3$	$6H_2O$
(Wibel Künstlich, Krystall)	64·0	21·49	14·51

V	$8CuO$	$2SO_3$	$7H_2O$
Rechn. =	68·95	17·37	13·68
Rechn. − Beob. | Werthheim Rezbanya =	(65·59 + ? PbO)	*−0·17*	
Magnus Rezbanya [1] =	(66·9 + 1·0 PbO)		
Domeyko Chile =	*−1·25*	*+1·17*	*+0·12*

VI	$7CuO$	$2SO_3$	$6H_2O$
Rechn. =	67·47	19·42	13·11
Rechn. − Beob. | Kisse Nassau =	*−0·33*	*+0·42*	*−0·09*
Forchhammer Krisuvigit [2] =	*−0·28*	*+0·54*	*+0·30*

[1] Rammelsberg (l. c.) rechnet aus den beiden Analysen *a*, *b* von Magnus nach Elimination aller Beimengungen die Procentantheile:

a) CuO 68·34, SO_3 18·69, H_2O 12·97
b) CuO 69·52, SO_3 18·10, H_2O 12·38

[2] Ich habe 0·5 Proc. Ganggestein (vergl. früher) direct weggelassen. Die Differenzen werden nur unbedeutend geändert.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

VII	$6\,CuO$	$2\,SO_3$	$5\,H_2O$	
Roucher Verwittert:	65·59	22·02	12·39	
VIII	$7\,CuO$	$2\,SO_3$	$5\,H_2O$	
Rechn. =	68·9	19·85	11·16	
Rechn. — Beob. Kobell Chili =	*+0·40*	*+0·14*	*−0·26*	
Rechn. — Beob. Tschermak N.-S.-Wales =	*−0·20*	*+0·45*	*−0·34*	
IX	$8\,CuO$	$2\,SO_3$	$6\,H_2O$	
Rechn. =	70·33	17·71	11·69	
Rechn. — Beob. Ludwig Rezbanya *d* =	*−0·11*	*+0·31*	*−0·05*	
Roucher Künstl. kalt	?	?	?	
X	$6\,CuO$	$2\,SO_3$	$4\,H_2O$	
(Roucher Künstl. heiss)	67·25	22·58	10·17	
XI	$5\,CuO$	$2\,SO_3$	$3\,H_2O$	
(Wibel Künstl. nicht krystallisirt)	64·96	26·19	8·85	

Nach diesen Analysen wären 11 verschiedene Substanzen in der Gruppe der basischen schwefelsauren Kupferoxydsalze zu unterscheiden. Die Übereinstimmung zwischen empyrischer Formel und Beobachtung ist aber in der Mehrzahl der Fälle von geringer Bedeutung. Nur die alte empyrische Schreibweise erlaubt alle möglichen Combinationen von CuO, SO_3, H_2O in Rechnung zu bringen. Nach den neuesten Untersuchungen von Herrn Prof. Ludwig (l. c.) ist aber Kupfer vierwerthig. Seine Analyse von vollkommen reinem krystallisirten Brochantit (IV. Typus, p. 68) gab ihm die Formel [1] (l. c.):

$$(HO)_2\,Cu - Cu\,(HO)_2$$
$$(HO)_2\,Cu - Cu\,SO_4$$

Ebenso hat auch Maskelyne (Phil. Mag. 1865) den Langit als

$$3\,Cu'\,H_2O_2 + Cu\,SO_4 + 2\,H_2O,$$

den Warringtonit als

[1] Die analoge Formel $3\,CuOHO_2 + CuOSO_3$ hat auch Rammelsberg (Mineral. Chem. 1862, p. 268) für Brochantit aufgestellt, allein wohl nur aus theoretischen Gründen. Die damals benützbaren Analysen stimmten genauer mit $7\,CuO$, $2\,SO_3$, $6\,H_2O$.

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

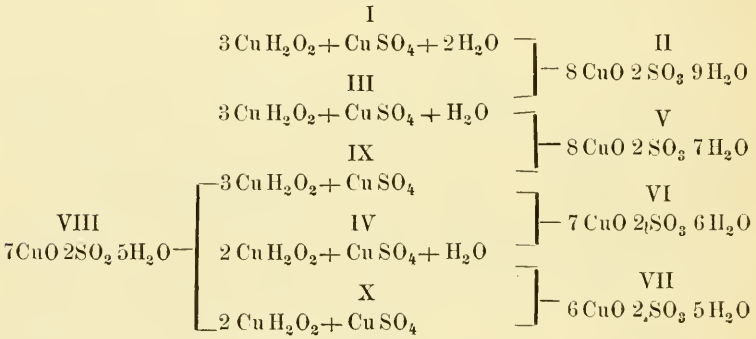
$$3\,Cu'H_2O_2 + CuSO_4 + H_2O$$

betrachtet.

Diesen Forschungen zufolge können daher nur einige der unter I.—XI. aufgeführten Substanzen als einfache Verbindungen betrachtet werden.

Zwei Fälle sind möglich: *a)* einige der analysirten Mineralien hatten bereits eine theilweise Zersetzung und Umwandlung erlitten; *b)* die analysirten Körper waren Gemische aus zwei Hauptgliedern der Reihe.

Die Mehrzahl der obigen Analysen lässt sich nach dem Principe der Mischungen berechnen, wenn man von fünf Hauptformeln (I., III., IX., IV., X.) ausgeht.



Jedem der hier notirten Fälle I.—X. entspricht (vergl. oben) eine wirklich gemachte Analyse [1]. Die mittleren Glieder dieser drei Columnen sind bisher immer als Substanzen der Brochantitgruppe zusammengefasst worden. Eine vollständige Trennung derselben ist auch jetzt nicht möglich. Nur nach der morphologischen Ausbildung lassen sich einzelne Typen hervorheben. Ich unterschied vier verschiedene Formen der Ausbildung. Dieselben sind homöomorph; eine absolute Übereinstimmung der Winkel ist nicht erwiesen. Es umfasst

---

[1] Die Formeln IV, X entsprechen den Angaben von Wibel und Roueher. Ihre theoretische Bedeutung zu prüfen überlasse ich competenteren Federn.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Typus I: Var. *a* und *b* von Rezbanya; triclin; vollkommen krystallographisch, unvollständig chemisch bestimmt; $CuO = 65 \cdot 59$, $PbO = ?$ $SO_3 = 17 \cdot 54$.

Typus II: Warringtonit; $3CuH_2O_2 + CuSO_4 + H_2O$; monoclin?

Typus III; Brochantit; Nischne-Tagilsk; nicht analysirt; monoclin—triclin.

Typus IV: Königin und Varietät *d* von Rezbanya; $3CuH_2O_2 + CuSO_4$; monoclin? prismatisch?

Diese Zusammenstellung zeigt, dass viele Punkte noch fraglich und mit dem bisher vorhandenen mineralogischen Materiale nicht beantwortbar sind. Die Erzeugung und Untersuchung künstlicher Brochantite liefert vielleicht einst die Antwort auf die unerledigten Fragen.

Meine Untersuchungen wurden ermöglicht durch die Liberalität, mit welcher mir die kritische Durchforschung diverser Sammlungen gestattet ward. In dieser Hinsicht spreche ich meinen Dank aus den Herren: Dir. Tschermak, Frh. v. Sehröckinger, Prof. Reuss und K. Eggerth in Wien, ferner den Herren Dr. Fauser und Prof. Szabo in Pest.

XLI. Werthbestimmung einzelner Messungen.

Durch Kupffer's Preisschrift 1825 und durch dessen Handbuch der rechnenden Krystallographie, Petersb. 1831, ward die praktische Verwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Krystallographie eingebürgert. Die bekannten [1] bisher benütz-

---

[1] Bezeichnet man mit A, a, α die gemessenen Winkel, mit F, f, φ deren Fehler, mit P, p, π deren gerechnete Gewichte, mit N, n, ν die Anzahl der einzelnen Werthe, so wird gewöhnlich gesetzt:

(I) $a = \frac{a_1 + a_2 \cdots}{\nu}$ (II) $\varphi_x = \alpha x - a$ (III) $f = \varphi^2_1 + \varphi^2_2 \cdots$ (IV) $p = \frac{\nu^2}{2f}$

(V) $A = \frac{p_1 a_1 + p_2 a_2 \cdots}{p_1 + p_2 \cdots}$ (VI) $P = \frac{n(p_1 + p_2 \cdots)}{2(p_1(a_1 - A)^2 + \ldots)}$ (VII) $F = \frac{0 \cdot 476}{VP}$

Bedeutet H die Präcision, so ist $H = \frac{0 \cdot 476}{F}$, wobei bekanntlich für die Präcision $H_0 = 1$ der mittlere Fehler $0 \cdot 476\,9363$ ist.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

ten Fehlergleichungen geben aber nur dann richtige Resultate, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind: *a)* die Präcision der verschiedenen combinirten Beobachtungsreihen ist gleich; *b)* bei ungleicher Präcision ist die Zahl der einzelnen Beobachtungen proportional der relativen Präcision.

Bei der Anwendung der Fehlergleichungen (I—VII, Note) sind bisher diese zwei Bedingungen selten beachtet worden. Ich finde nur bei Kupffer selbst eine diesbezügliche Notiz: Er sagt (Handb. 1831, p. 553—554): „Die Genauigkeit, welche man durch Vervielfältigung der Messungen bei demselben Winkel erhalten kann, ist ohne Grenzen; während man sich hingegen auf das Mittel aus mehreren gemessenen Winkeln derselben Art, an demselben oder an mehreren Krystallen nur dann verlassen kann, wenn die wahren Werthe der Winkel nur wenig von einander abweichen, oder wenn der Krystall von der Natur so gebaut ist, dass die Winkel derselben Art, die der Theorie nach gleich sein sollten, einander wirklich sehr nahe gleich sind."

Einzelne Krystallographen suchten die Frage nach dem Werthe der Beobachtungen auf praktischem Wege zu lösen. Sie wählten statt der aus Differenzen (IV, Note) gerechneten Gewichte p erfahrungsmässig bestimmte Gewichte. Dauber war meines Wissens nach der Erste, welcher (Pogg. Ann. 107, p. 272) die Gewichte 1, 2, 3 benützte. Er fügt bei: „Alles kommt hierbei freilich auf die der Undeutlichkeit des Bildes zu gestattende Grenze an, über welche in jedem Falle Erfahrung und Überlegung entscheiden müssen."

Im Allgemeinen bin ich mit obiger Annahme empyrischer Gewichte einverstanden. Sie genügen und machen das Resultat etwas genauer. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung strenge durchgeführt gibt aber ein von ihnen weit abweichendes Resultat und zeigt, dass durch die Gewichte 1, 2, 3 die schlechten Beobachtungen noch immer unverhältnissmässig begünstigt werden.

Der Werth der Messungen hängt vom Beobachter und dem zu beobachtenden Gegenstande ab. Die Fehler des ersteren sind von den Fehlern zu unterscheiden, welche die Natur des zweiten unvermeidlich macht. Erstere sind allgemein als Beobachtungsfehler bekannt ($\varphi f F$ in I—VII, Note) und ihre Gewichte

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

($\pi\ p\ P$) werden aus Differenzen von Beobachtung und Rechnung bestimmt. Die zweite Art von Fehlern tragen bisher keinen charakteristischen Namen. Auf dem Gebiete der Morphologie können sie nur ihren Grund in der soi-disant mangelhaften, das heisst, in der für uns nicht genau enträthselbaren Ausbildung der Flächen haben. Ich nenne sie deshalb Ausbildungsfehler, bezeichne sie mit $\Delta\delta$ und die ihnen direct entsprechenden Gewichte mit $G\,g$ (vergl. nachfolgende Seite).

Zu Kupffer's Zeit, wo oft Spiegel und Schornstein die Marken für die Ablesungen waren, sind die Differenzen der einzelnen Beobachtungen selbst Eines Winkels einer Kante gross gewesen. Eine Trennung der Beobachtungsfehler von den Ausbildungsfehlern war daher nicht möglich. Für solche Messungen kann mit vollem Rechte das Mass der Präcision $h_1 = h_2$ gesetzt werden. Dann genügen auch die obigen Formeln I—VII, Note.

Der grosse Fortschritt der Beobachtungsinstrumente nimmt jedoch Einfluss auf die „theoretische" Werthbestimmung. Die nach Analogie der Örtling'schen Reflexionsgoniometer gebauten Instrumente liefern eine Genauigkeit, die auch im Mass der Präcision ihren Ausdruck finden muss.

Mit diesen Instrumenten gelingt es, durch mehrfache Repetitionen an einer Kante die Beobachtungsfehler fast vollkommen zu eliminiren. Sie verschwinden dann, wenn der Beobachter absichtlich auf die schätzbare Mitte des Reflexes, einstellt. Dass der Beobachter auf Minimum und Maximum des Reflexes (alternativ) einstellt, geschieht selten [1].

---

[1] Stellt der Beobachter bei verschwommenem Reflex immer auf die scheinbare (durch Übung leicht und fast absolut genau schätzbare) Mitte des Reflexes ein, so ist sein Beobachtungsfehler geringer, als er nach der Natur der Flächen sein sollte. Deshalb wird das gerechnete Gewicht (IV)p zu gross und diese Gleichung „theoretisch" unanwendbar, wenn auch das Gesammtresultat nur um Secunden differiren sollte.

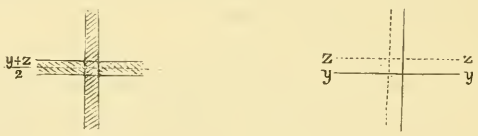
Die Gleichung IV wird nur dann theoretisch und praktisch anwendbar; wenn die Beobachtungsfehler mit den Ausbildungsfehlern gleichwerthig sind. Dies erfordert, dass der Beobachter alternativ auf Maximum und Minimum des Reflexes einstellt. In einem solchen Falle befolgt er unbewusst die auf den nachfolgenden Seiten entwickelten Gesetze zur Berücksichtigung von „Ausbildungsfehlern".

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

In der Mehrzahl aller Fälle werden die Ablesungen gleichmässig auf die scheinbare Mitte des Reflexes bezogen. Mehrmalige Ablesungen genügen alsdann, um den Winkel (aus den einzelnen Ablesungen gerechnet nach I, Note) von wahren Beobachtungsfehlern möglichst frei zu erhalten. Es wird mit grosser Wahrscheinlichkeit (vergl. III, Note) die Limite von $f=0$ sein.

Dieses Verfahren eliminirt wohl die Beobachtungsfehler, allein die Ausbildungsfehler bleiben unberücksichtigt. A priori ist es nicht erlaubt, das Mittel einer Suite von Beobachtungen (bei verschwommenem Reflexe) als den richtigsten Werth des Winkels anzunehmen. Die Mitte (vergl. oben) des verschwommenen Reflexes (dieses ist ein äquivalenter Ausdruck für das arithmetische Mittel der Messungen) ist nicht immer die wahre Stelle des Reflexbildes. Bei scharfer Beleuchtung löst sich fast jeder verschwommene Reflex in einer Combination mehrerer Reflexe auf. Im einfachsten Falle sei die Trennung des diffusen Reflexes (Holzschnitt 1) in zwei getrennte Reflexe (Holzschnitt 2)

1. 2.



gelungen. Da ist nur eine Einstellung auf das Fadenkreuz y oder z richtig. Die Einstellung auf die Mitte (Holzschnitt 1) $\frac{y+z}{2}$ gibt auch bei unzähligen Repetitionen ein unwahres Resultat.

Ein solcher im Reflexe erkennbare Ausbildungsfehler ist aber gleichbedeutend mit einer Variation des Beobachtungsinstrumentes. Ist die anguläre Dimension des Fadenkreuzes im Holzschnitt 2 je 1′, während der diffuse Reflex (Holzschnitt 1) 10′ breit ist, so ist dies gleichbedeutend mit den Annahmen, dass die Ablesungen des ersten Falles mit einem auf 1′ getheilten, die des zweiten Falles mit einem nur auf 10′ getheilten Kreise gemacht seien. Es sind verschiedene Grade der Präcision vorhanden. Dies erfordert, dass: „die Summen der Quadrate aller Producte aus Fehler und Mass der Präcision“ zum Minimum

nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

gemacht werde. Die Summe der Fehlerquadrate allein genügt nicht.

Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten der Fehler Δ_1, Δ_2 ist unabhängig von der Beobachtung, eine Folge der Präcision h; es ist

$$e^{-h^2_1\Delta^2_1} = e^{-h^2_2\Delta^2_2}.$$

Hieraus folgt [1]

$$h_1^2 : h_2^2 = g_1 : g_2 = \frac{0{\cdot}476}{\Delta_1^2} : \frac{0{\cdot}476}{\Delta_2^2}. \qquad \text{VIII.}$$

Hier sind g_1, g_2 die Gewichte der Beobachtung, abgeleitet aus dem Mass der Präcision.

Diese Gleichung kann durch Zahlen versinnlicht werden. Sei ein Flächenpaar vollkommen fehlerfrei messbar. Werde dieser Winkel am Reflexionsgoniometer mit Ablesung von 10″ und dann an einem auf $^1/_2{}^\circ$ getheilten Handgoniometer abgelesen. Erst 32400 Beobachtungen am Handgoniometer sind dann einer einzigen fehlerfreien Messung mittelst des Reflexionsgoniometers gleichwerthig. Dasselbe Verhältniss der Zahlen tritt ein, wenn das Beobachtungsinstrument ident wäre und ein Flächenpaar 10″ breite Reflexe, das zweite Flächenpaar hingegen 30′ breite Reflexe liefern würde. Das arithmetische Mittel einer geringeren Anzahl (als 32400) von Beobachtungen gebe vielleicht das gleiche Resultat, wäre aber theoretisch ungenauer. Da von manchen Seiten auf mehrfache Repetitionen Gewicht gelegt wird, so ist es nicht umsonst, die Gleichwerthigkeit verschieden exacter Messungen durch Zahlen zu demonstriren.

Ist durch mehrfache Messungen „mit jedesmaliger Einstellung auf die scheinbare Mitte des Reflexes“ der Beobachtungsfehler zum Minimum gemacht, so ist mit grosser Wahrscheinlichkeit die Differenz zwischen p_1, p_2, p_3... ebenfalls gering.

Nicht eliminirbar sind hingegen die Ausbildungsfehler Δ_1, Δ_2, Δ_3, welche (nach VIII.) die Gewichte g_1, g_2, g_3 den Mes-

---

[1] Es bedeutet $\frac{h_1}{H_0} = g_1$; H_0 siehe früher; H_1 H_2 entspricht dem Fehler f_1; h_1 h_2 dem Fehler Δ_1.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

sungen verleihen. Δ gibt die anguläre Grenze an, innerhalb welcher ($\pm\Delta$) die Reflexbilder fallen. Mit der Verzerrung des reflectirten Fadenkreuzes an beiden zur Beobachtung dienenden Flächen wächst Δ. Bedeutet somit 2Δ die gesammte mögliche angulare Ungenauigkeit der Reflexe, so entspricht

$\pm\Delta$ =	0·5′	1′	2′	4′	6′	10′
$1000\,g$ =	1907·7452	476·9363	119·9364	29·8085	13·2482	4·7693

oder

$4\,g_1$ =	16	4	1	¼	⅑	1/25.

Diese Zahlenreihe zeigt, dass eine fehlerfreie Messung grösseres Gewicht hat, als hundert mittelgute Beobachtungen. Für letztere erhebt sich ihr Gewicht durch oftmalige Repetition nur um etwas.

Soll die Wahrscheinlichkeitsrechnung vollkommen durchgeführt werden, so müssen die Gewichte g mit den Gewichten p tauglich combinirt werden.

Die durch die gewöhnliche Berechnungsmethode (IV, Note) ermittelten (Beobachtungs-) Gewichte p stimmen nur dann mit den (Ausbildungs-) Gewichten g überein, wenn der Beobachter bei schlecht ausgebildeten Krystallen bewusst und freiwillig Beobachtungsfehler macht, wenn er statt jedesmal auf die Mitte des Reflexes alternirend auf das obere oder untere Ende des Bildes markirt. Im letzteren Falle bestimmt er indirect den Ausbildungsfehler und daher das Gewicht g. Es ist dann überflüssig, neben g noch p zu rechnen. Letzteres namentlich dann, wenn wie oben gesagt, durch Repetitionen dafür gesorgt ist, dass $lim\, p_1 = p_2 = p_3$ ist.

Die übrigen Rechnungen (Gleichungen I—VII, Note) werden hierdurch nur insoweit geändert, als statt Pp in dieselben $G_1 g_1$ einzuführen ist. Bei meiner Untersuchung über Brochantit habe ich gelegentlich analoge Gewichtsbestimmungen durchgeführt.

Letztere anzuwenden, empfiehlt sich namentlich dann, wenn das Parametersystem der Species noch fraglich ist.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig. 1.

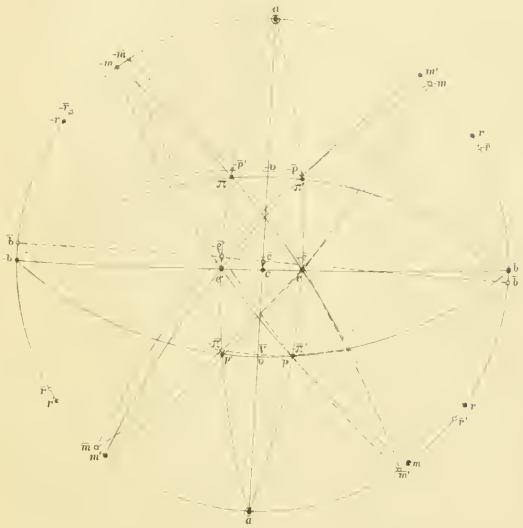


Fig. 3.

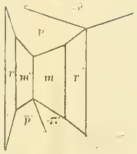


Fig. 4.

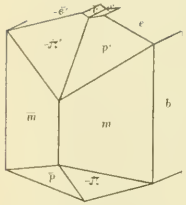


Fig. 5.

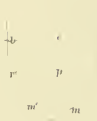


Fig. 6.

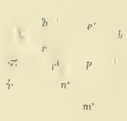


Fig. 7.

Fig. 8.

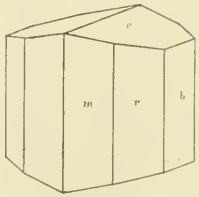


Fig. 9.

Fig. 10.

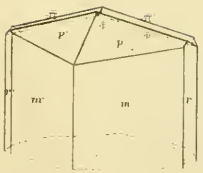


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 12, a.

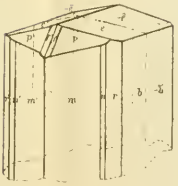


Fig. 13.

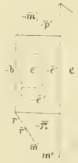


Fig. 14.

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig. 2

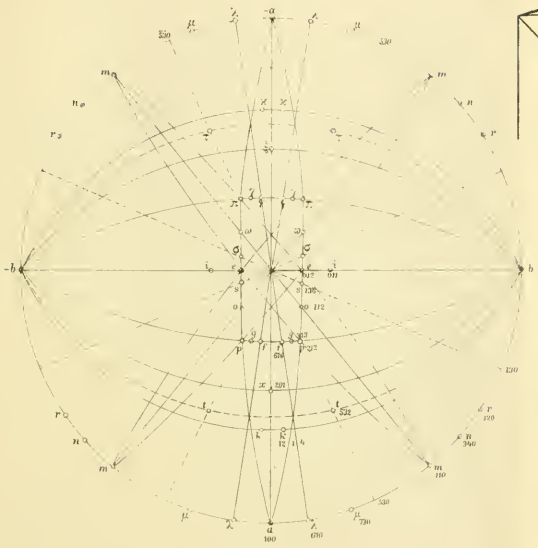


Fig. 15.

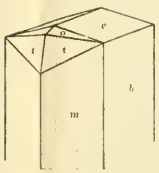


Fig. 16

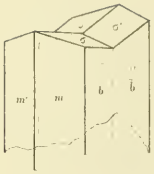


Fig. 17.

Fig. 18.

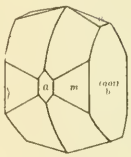


Fig. 19.

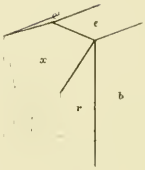


Fig. 20.

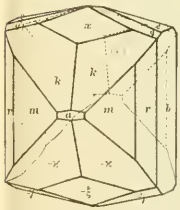


Fig. 21.

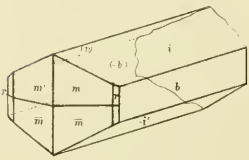


Fig. 22.

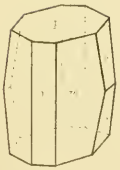


Fig. 23.

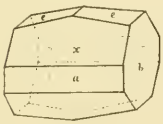


Fig. 24.

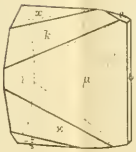


Fig. 25.

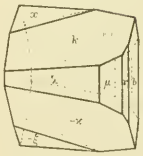
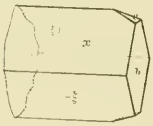


Fig. 26



nload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

load from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezen

INHALT.

Seite

XXXII. Allgemeine Charakteristik der Mineralien aus der Gruppe des Brochantit 275

XXXIII. Das Krystallsystem des Brochantit I. Typus. Schwarzgrüne Varietät *a* von Rezbanya 287

XXXIV. Brochantit I. Typus. Fortsetzung. Lichtgrüne Varietät *b* von Rezbanya. Resumé der Verhältnisse des I. Typus . 304

XXXV. Brochantit von Russland und Cornwall. Typus I 315

XXXVI. Anhang zu Brochantit Typus I: Unvollkommen bestimmte Mineralien diverser Fundorte: Nassau, Island, Mexiko, Chile, Arizona, Siränowsk, Saszka, Neu-Südwales, Cumberland, Zellerfeld — und künstlich erzeugte Substanzen 321

XXXVII. Brochantite II. Typus: Warringtonit, Varietät *c* von Rezbanya und vom Banat 331

XXXVIII. Brochantit III. Typus von Nischne-Tagilsk 336

XXXIX. Brochantit IV. Typus: Königin und die Varietät *d* von Rezbanya 339

XL. Vergleichender Rückblick auf die paragenetischen und chemischen Verhältnisse der Mineralien ans der Gruppe des Brochantit 347

XLI. Werthbestimmung einzelner Messungen 355